Die Grundlehren

der

71813

Uhrmacherkunst.

Von

Jürgen Meyer,
Uhrmacher in Itzehoe.

Mit 26 Abbildungen.

Weimar, 1864.
Bernhard Friedrich Voigt.

110 fam G

Vorwort.

In dem Titel des vorliegenden Buches ist auch der Zweck desselben ausgesprochen. Es will den Leser nicht zurückführen in die Zeit der Entstehung der Kunst, um ihn dann in angenehmer Unterhaltung durch die Jahrhunderte ihrer allmäligen Entwickelung bis zur Jetztzeit zu geleiten; sondern es will ihm die Uhrmacherkunst, wie sie in Gegenwart ausgebildet ist, in kürzester Form anschaulich machen.

Es sind mehrfach Bücher über die Uhrmacherkunst geschrieben, die aber, weil die Kunst in ihrer Ausbildung fortschreitet, theils veraltet, theils auch, besonders wenn sie von Gelehrten geschrieben wurden, nur Mathematikern ganz verständlich sind. Ich habe mich bestrebt, in diesem Buche eine allgemein verständliche Sprache zu führen und, besonders bei der Darstellung verschiedener Regeln und Gesetze, so viel als möglich die Anwendung von Formeln der Algebra und Mathematik zu meiden. Und so möge es denn den Lehrern wie den Schülern

der Kunst ein hülfreiches Handbuch sein; den Lehrern, indem es ihnen Anleitung giebt, bei ihrem Unterricht diejenigen Wege und Mittel einzuschlagen, durch welche derselbe zu einem gründlichen und faßlichen für den Lehrling wird. Dem Schüler oder Lehrling aber soll es durch Gründe und Beweise eine klarere Anschauung und Erkenntniß dessen geben, was er nur dem unzuverlässigen Gedächtniß anvertraute, und dadurch dasselbe auch zum Eigenthume des Verstandes machen.

Wie überhaupt in allen Dingen nur dasjenige richtig und wirklich erlernt ist, was auch gründlich verstanden wurde, oder mit andern Worten, wo bei der Ausübung einer Arbeit die Theorie mit dem „Warum" nicht fehlte, so sollte auch jeder Uhrmacher, der die Pflicht übernommen, einen Lehrling auszubilden, niemals ermangeln, ihm bei Arbeiten, denen bestimmte Regeln und Gesetze zu Grunde liegen, dieselben zu erklären und das eigene Nachdenken dabei zu wecken uud zu fördern suchen.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniß.

	Seite
Einleitung	1
Das Pendel	5
Das Rost- oder Kompensationspendel	11
Die Ausdehnung der Metalle zu messen	13
Berechnung eines Rostpendels	15
Das Quecksilberpendel	19
Das einfache Pendel mit Holzstab	—
Aufhängungsarten des Pendels	20
Die Kompensationsunruhe	21
Von großen Uhren	23
Berechnungen der Kraft	—
Berechnungen der Zeit	25
Berechnungen der Schwingungszeit und Länge des Pendels, sowie der Anzahl der Schwingungen	26
Berechnungen des Zeigerwerks, oder der Wechselräder	29
Von dem Gesperr	34
Das Aufziehen mit einer Schnur	35
Von dem Gegengesperr	37
Von den Zapfen	39
Von der Größe der Triebe und den Eingriffen	—
Von den Hemmungen der großen Uhren	42
Der Graham'sche Anker	—
Der Stiftengang	43
Die freien Hemmungen	46
A. Mit einem einfachen Rade	—
B. Mit einem Doppelrade	48
Die Hemmung ohne Ankergabel	50

	Seite
Von den elektrischen Uhren	52
Von den Spieluhren	55
Von den Taschenuhren	57
Die Feder und das Federhaus	—
Die Schnecke	58
Die Spindeluhren	59
Die Cylinderhemmung	61
Die Ankerhemmung	63
Die Duplexhemmung	64
Von den Chronometerhemmungen	65
A. Mit einem einfachen Rade	—
B. Mit einem Doppelrade	68
Chronometer ohne Schnecke	70
Von der Reparatur der Taschenuhren	72
Reparatur der Cylinder- und Ankeruhren	79
Ein Sattel zum Poliren der größeren Zapfen und Ansätze	82
Bemerkungen über das Härten des Stahls	84
Das Verbiegen des Stahls beim Härten zu verhindern	—
Starke Federn anzulassen	86
Ein Trieb zu schleifen und zu poliren	87
Schrauben mit linkem Gewinde zu machen	89
Eine Mittagslinie zu ziehen	90

Einleitung.

Wenn wir einen Einblick in einen Uhrenladen thun, so ist es zunächst die Mannichfaltigkeit der Form, wie der Konstruktion der Uhren, die uns entgegentritt. Bei allen diesen verschiedenen Uhren aber liegen dieselben Regeln und Gesetze der Physik und Mathematik zu Grunde, und es ist daher für einen denkenden, mit diesen Gesetzen und Regeln vertrauten Uhrmacher leicht, die Anwendung derselben auch in der scheinbar veränderten Gestalt zu erkennen und herauszufinden.

Sämmtliche Uhren, groß und klein, sie mögen geformt sein, wie sie wollen, haben miteinander gemein:

1) den Zweck, welcher darin besteht, durch eine ununterbrochene fortschreitende Bewegung ein bestimmtes Maß für die laufende Zeit abzugeben;

2) eine Kraft, welche den Mechanismus des Werkes in seiner Bewegung unterhält.

Ich sage Eine Kraft, denn man findet die Kraft der Schwere, sowie die Kraft der Elasticität dabei in Anwendung gebracht, und in letzterer Zeit auch den Elektro-Magnetismus.

Die Schwere ist nur bei großen Uhren anzuwenden, welche in unveränderter Stellung bleiben, während die Elasticität oder Federkraft sowohl bei hängenden, als auch bei stehenden und tragbaren Uhren in Anwendung kommt. Die elektro-magnetische Kraft setzt, wie die der Schwere, ebenfalls einen bestimmten festen Platz der Uhr, wie des Kraft entwickelnden Apparats voraus.

Hier hätten wir denn gleich, in Hinsicht auf die treibende Kraft der Uhren, eine Eintheilung gefunden; nämlich:

die mit der Kraft der Schwere können wir als Gewichtsuhren,

die mit der Kraft der Elasticität als Federuhren,

und diejenigen, welche durch elektro-magnetische Kraft in Bewegung erhalten werden, als elektro-magnetische Uhren bezeichnen.

Obwohl nun diese Art der Eintheilung und Benennung der Uhren gebräuchlich ist, so kommt doch mehr die Bezeichnung derselben nach ihrer Konstruktion, und hauptsächlich der Hemmung vor, wodurch man die Uhr genauer bezeichnen kann, indem in den meisten Fällen die Konstruktion derselben auch eine bestimmte Kraft bedingt, und also die Benennung auf letztere Weise die erstere gleichsam in sich schließt und mit umfaßt.

Die Konstruktion oder Bauart der Uhren besteht für gewöhnlich (man könnte sagen, überhaupt), wenn man die nicht mehr gebräuchlichen, weil höchst unvollkommenen, Sand- und Wasseruhren nicht in Betracht nehmen will, zur Hauptsache aus

1) einer treibenden Kraft,
2) einem Räder- oder Laufwerk,
3) einer Hemmung, und
4) einem Regulator oder Ausgleicher.

Diese vier Theile müssen in jeder Uhr vorhanden sein, und sind es auch; jedoch in verschiedenen Uhren weichen sie in ihrer Beschaffenheit sehr von einander ab.

Die treibende Kraft kann, wie wir schon gesehen haben, dreierlei Art sein.

Das Laufwerk ist der in seiner Konstruktion bedingteste Theil, wenn wir von der Anzahl der Rad- und Wellenzähne, oder der Umfangsgröße und Form der Räder, worin wir freilich die größte Mannichfaltigkeit finden, absehen wollen. In seinen Verhältnissen ist es aber immer und überall denselben Gesetzen und Regeln unterworfen, worauf wir später zurückkommen werden. Die Kraft steht mit dem Laufwerke derart in Verbindung, daß sie dasselbe in Bewegung setzen kann. Die beiden ersten Theile würden also schon genügen, eine Maschine zu bilden, welche in fortwährender Bewegung erhalten würde, so lange, bis sie die Erneuerung der Kraft (beim Gewicht das Aufziehen) erforderte. Da aber diese Bewegung des Laufwerks zu schnell vor sich gehen würde, so hat man den beiden ersten Theilen den dritten, die Hemmung, hinzugefügt.

Der dritte Theil, Hemmung genannt, erklärt schon durch die Benennung seinen Zweck und seine Verrichtung; er soll das Laufwerk hindern und hemmen, daß es in freien Umschwingungen der Räder seinen Lauf nicht zu schnell ausführe und vollende. Die Hemmungen der Uhren sind verschieden eingerichtet, und nach ihnen werden hauptsächlich die Uhren benannt; als z. B. Spindeluhren, Cylinderuhren, Ankeruhren u. s. w. Das Nähere über die Hemmungen wird später beschrieben und verhandelt werden.

Der vierte Theil endlich, der Regulator oder Ausgleicher genannt, ist ebenfalls verschiedenartig eingerichtet. Bei den Taschenuhren ist es eine kleine Stahlfeder, nach ihren spiralförmigen Windungen Spiralfeder genannt, welche die Wirkungen der resp. Hemmungen regulirt, indem ihr inneres Kreisende mit der Hemmung in feste Verbindung gebracht ist, und ihr äußeres Ende wieder, ohne damit verbunden zu sein, so befestigt ist, daß ihre Windungen die ungezwungene Lage beibehalten können, und ihre Mitte dieselbe der Hemmungswelle ist.

Da es aber schwerlich zu treffen ist, daß das Werk mit der so angebrachten Spiralfeder schon zu reguliren ist, so hat man an ihrem äußern Umgang eine bewegbare Klemme (den Rücker) angebracht, welche die freien Schwingungen der Spiralfeder nicht weiter als zu ihr hin zuläßt. Vermittelst eines kleinen Rades kann der Rücker geschoben und dadurch der frei schwingende Theil der Spiralfeder verkürzt, oder verlängert werden. Die Verkürzung hat eine schnellere Schwingung, also auch einen schnelleren Gang zur Folge — umgekehrt die Verlängerung.

Bei großen Uhren, welche hängen, oder stehen, also in ihrer Lage verharren, dient das Pendel zur Regulirung der Uhr. Der Holländer Huyghens hat das Verdienst, zuerst, im Jahre 1673 das Pendel bei Uhren in Anwendung gebracht zu haben.

Das Pendel.

Das Pendel besteht aus einer Stange mit einem Gewicht daran, welches nach seiner gewöhnlichen Form Linse genannt wird. Die Linsenform des Pendels ist, ihrer Fähigkeit wegen, die Luft während ihrer Schwingungen leichter zu durchschneiden, jeder andern vorzuziehen. Die Schwingungszeit eines Pendels hängt nicht von dem Gewicht und der Größe seiner Linse, sondern einzig von seiner Länge ab.

Ein Pendel, welches in einer Sekunde eine Schwingung macht, heißt ein Sekundenpendel. Die Länge desselben beträgt 3 Fuß 2 Zoll rheinländisches Maß, oder 994,07 Millimeter. Doch ist seine Länge nicht überall auf der Erde dieselbe, sie weicht nach der Breite der Lage des Ortes ab.

Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht dieser Abweichung:

Orte.	Breite.	Länge des Sekundenpendels in Pariser Zollen.
St. Thomas	0° 24′ 41″	39,012
Maranham	2° 31′ 43″ S	39,012

Orte.	Breite.	Länge des Sekundenpendels in Pariser Zollen.
Ascenſion . .	7° 55′ 48″ S	39,024
Sierra Leona .	8° 29′ 28″ N	39,019
Trinidad . .	10° 38′ 56″ N	39,019
Bahia . . .	12° 59′ 21″ S	39,024
Jamaika . . .	17° 56′ 7″ N	39,035
New-York . .	40° 42′ 43″ N	39,101
London . . .	51° 31′ 8″ N	39,139
Drontheim . .	63° 25′ 54″ N	39,174
Hammerfeſt . .	70° 40′ 5″ N	39,195
Grönland . .	74° 32′ 19″ N	39,203
Spitzbergen . .	79° 49′ 58″ N	39,215.

Nach der Länge des Sekundenpendels kann man die erforderliche Länge eines jeden andern Pendels für eine gegebene Schwingungszeit berechnen.

Das Geſetz der Pendellänge iſt:

„Die Schwingungszeiten verhalten ſich zu einander, wie die Quadratwurzeln aus den Längen der Pendel; oder, die Längen der Pendel, wie die Quadrate der Schwingungszeiten.“

Z. B.: Iſt die Schwingungszeit = 1 Sek., ſo iſt die Pendellänge $3\frac{1}{3}$ Fuß;

iſt die Schwingungszeit = 2 Sek., ſo iſt die Pendellänge $2^2 \times 3\frac{1}{3}$, oder $2 \times 2 \times 3\frac{1}{3}$ Fuß = $12\frac{2}{3}$ Fuß;

iſt die Schwingungszeit = 3 Sek., ſo iſt die Pendellänge $3^2 \times 3\frac{1}{3}$, oder $3 \times 3 \times 3\frac{1}{3}$ Fuß = $28\frac{1}{2}$ Fuß.

Umgekehrt alſo gebraucht ein Pendel von 4facher Länge die doppelte, von 9facher Länge die dreifache, und von 16facher Länge die vierfache Zeit zu jeder Schwingung.

Hieraus folgt alſo auch, daß ſich die Länge der Pendel umgekehrt zu einander verhalten, wie die Quadrate der Anzahl ihrer Schwingungen, welche ſie in gleicher Zeit machen.

Ein Sekundenpendel, das in einer Stunde 3600 Schwingungen macht, verhält ſich in ſeiner Länge alſo

zu einem Pendel, das in derselben Zeit 7200 Schwingungen macht, wie:
7200 × 7200 : 3600 × 3600, oder wie 2 × 2 : 1 × 1,
oder wie 4 : 1.

Tabelle

der Pendellängen für eine bestimmte Anzahl Schwingungen in einer Stunde.

Zahl der Schwingungen.	Länge des Pendels in Millimeter.
3600	994,07
3700	941,06
3800	892,18
3900	847,01
4000	805,19
4100	766,39
4200	730,33
4300	696,70
4400	648,92
4500	636,20
4600	608,84
4700	583,21
4800	559,16
4900	536,57
5000	515,32
5100	495,31
5200	476,44
5300	458,63
5400	441,80
5500	425,88
5600	410,81
5700	396,52
5800	382,97
5900	370,09
6000	357,86
6100	346,22
6200	335,14

Zahl der Schwingungen.	Länge des Pendels in Millimeter.
6300	324,59
6400	314,53
6500	304,92
6600	295,75
6700	286,99
6800	278,61
6900	270,59
7000	262,92
7100	255,56
7200	248,51
7300	241,75
7400	235,26
7500	229,03
7600	223,04
7700	217,29
7800	211,75
7900	206,42
8000	201,29
8100	196,36
8200	191,59
8300	187,01
8400	182,58
8500	178,31
8600	174,18
8700	170,21
8800	166,36
8900	162,65
9000	159,05
9100	155,57
9200	152,21
9300	148,87
9400	145,80
9500	142,74
9600	139,79
9700	136,92
9800	134,14
9900	131,44

Zahl der Schwingungen.	Länge des Pendels in Millimeter.
10,000	128,83
10,100	126,29
10,200	123,82
10,300	121,43
10,400	119,11
10,500	116,85
10,600	114,65
10,700	112,52
10,800	110,45
10,900	108,43
11,000	106,47
11,100	104,56
11,200	102,70
11,300	100,89
11,400	99,13
11,500	97,41
11,600	95,74
11,700	94,11
11,800	92,52
11,900	90,97
12,000	89,46

Tabelle

zur Verwandlung des Metermaßes in rheinländ. und altfranzösisches Maß.

Metermaß.	Rheinl. oder preußisches Maß.			Altfranzösisches Maß.		
1 mm			0,459‴			0,443‴
2 „			0,918			0,887
3 „			1,376			1,330
4 „			1,835			1,773
5 „			2,294			2,216
6 „			2,753			2,660
7 „			3,212			3,103
8 „			3,671			3,546
9 „			4,129			3,990
1 cm			4,588			4,433
6 „		2″	3,529		2″	2,604
7 „		2″	8,117		2	7,031
8 „		3	0,705		2	11,462
9 „		3	5,294		3	3,897
1 dm		3	9,882		3	8,330
2 „		7	7,763		7	4,659
3 „		11	5,645		11	0,989
4 „	1′	3″	3,527	1′	2″	9,318
5 „	1′	7″	1,408	1	6	5,648
6 „	1	10	11,290	1	10	2,038
7 „	2	2	9,172	2	1	10,307
8 „	2	6	7,054	2	5	6,637
9 „	2	10	4,935	2	9	2,966
1 m	3	2	2,817	3	0	11,296
2 „	6	4	5,634	6	1	10,592
7 „	22	3	7,719	21	6	7,072
10 „	31	10	4,170	30	9	4,960

Das Rost- oder Kompensationspendel.

Da die Wärme jeden Körper ausdehnt, so ist bei verschiedener Temperatur auch die Länge einer Pendelstange verschieden, und mithin die Schwingung eines Pendels bei erhöhter Temperatur langsamer, als bei niedriger. Um diesen, den richtigen Gang einer Uhr störenden Unterschied auszugleichen, hat man das Rostpendel erfunden.

Es besteht aus verschiedenen Metallstangen, welche durch ihre Verbindung mit einander und ihre gegenseitig verschiedenen Ausdehnungen oder Koefficienten bewirken, daß die Länge des Pendels bei jeder Temperatur dieselbe bleibe.

Um dieses zur klareren Anschauung zu bringen, ist in Fig. 1 ein solches Rostpendel dargestellt. In dem Roste sind fünf Eisen- und vier Messingstäbe enthalten und so aneinander gefügt, daß immer ein Messingstab zwischen zwei Eisenstäben seinen Platz hat. Die beiden mittleren Querstücke sind nur an den beiden äußeren Eisenstäben befestigt und haben Oeffnungen, durch welche alle andern Stäbe frei hindurchgehen. Eisen und Messing dehnt sich nun bei gleicher Wärmeerhöhung ungleich aus, und zwar Messing mehr, als Eisen. Wenn nun die äußeren Eisenstäbe, welche in den Querstücken a b und c d befestigt sind, sich durch Wärme verlängern, so wird dadurch das untere Querstück c d hinab gedrängt; die beiden Messingstäbe aber, welche auch in c d befestigt sind, dehnen sich in derselben Zeit ebenfalls aus und schieben dadurch das Querstück e f hinauf; die beiden Eisenstäbe, die in diesem Querstück e f befestigt sind, schieben das Querstück g h hinab, und die in g h befestigten Messingstäbe schieben das kleinste Querstück, welches oben liegt, hinauf. Also sämmtliche Eisenstäbe dehnen sich nach unten hin und verlängern dadurch das Pendel, während es von sämmtlichen Messingstäben

durch deren Ausdehnung nach oben hin, eben so viel wieder hinauf geschoben wird.

Das Gesetz des Rostpendels ist:

„Die Gesammtlänge der drei ungleichen Eisenstäbe soll sich zu der der beiden ungleichen Messingstäbe umgekehrt verhalten, wie der Ausdehnungscoefficient des Eisens zu dem des Messings.“

Z. B. Eisen dehnt sich, wenn es von 0 bis auf 100 Grad Celsius erwärmt wird, ungefähr um den 800sten Theil seiner Länge aus, Messing aber bei solcher Temperaturerhöhung um den 500sten Theil. Wenn nun die Länge der drei ungleichen Eisenstäbe (den mittleren bis zum Schwerpunkte des Pendels gemessen) 8 Fuß beträgt, so würde dieselbe bei einer Wärmeerhöhung von 100 Grad um $\frac{8}{800}$ Fuß vermehrt werden. Um diese Differenz auszugleichen, müssen die beiden ungleichen Messingstäbe eine Länge haben, von welcher der 500ste Theil ebenfalls $\frac{8}{800}$ Fuß beträgt; demnach

$$500 \times \tfrac{8}{800} = 5 \text{ Fuß}.$$

Es ist in vorstehendem Beispiel von dem Schwerpunkte des Pendels die Rede. Diesen kann man finden, indem man die Länge des Pendels mit derjenigen eines Fadenpendels (ein dünner Faden mit einer kleinen Kugel daran), dessen Schwingungszeit genau dieselbe ist, vergleicht. Der Mittelpunkt der Kugel am Fadenpendel entspricht der eigentlichen Länge des andern Pendels und zeigt dessen Schwerpunkt an.

Das Beispiel in Fig. 1 soll nur dazu dienen, die allgemeinen Grundprincipien zur Konstruirung eines Rostpendels in faßlicher Weise darzustellen.

Will man aber ein durchaus richtiges Kompensationspendel verfertigen, so muß man nicht allein die Ausdehnung der ganzen Länge des mittleren Stabes bis zur Schraubenmutter, auf welcher die Linse ruht, und die der Aufhängefeder, ferner die Ausdehnung des Bleies in der Linse vom Schwerpunkte des Pendels bis an den senkrecht darüber stehenden Punkt im Umfang der Linse mit in Berechnung ziehen; sondern man muß auch die

Ausdehnung derjenigen Metalle, welche man dazu verwenden will, selbst untersuchen, da sie immer, in Hinsicht der Dichtigkeit und Reinheit, auch verschiedene Ausdehnungen haben. Das Messing z. B., welches in seiner Zusammensetzung aus Kupfer und Zink besteht, besitzt eine größere Dehnbarkeit, je nachdem mehr Zinktheile darin enthalten sind.

Die Ausdehnung der Metalle zu messen.

Man legt das zu messende Metall, z. B. eine Eisenstange in unbefestigter Lage, auf Stützen, so auf einen Tisch, daß man darunter noch eine Rinne von Blech, welche dieselbe Länge hat, anbringen kann. Das eine Ende der Stange stütze sich gegen eine Wand und werde dort mit einem Pyrometer in Verbindung gebracht. An dem andern Ende befestige man eine Säge mit enggeschnittenen und gewälzten Zähnen, welche in ein Trieb von gleichen Zähnen faßt, das wieder auf seiner Welle eine Rolle von 12 mal so großem Durchmesser hat, als der des Triebes ist. Um diese Rolle lege man einen Seidenfaden und befestige ihn auch um eine zweite Rolle, die mit dem Triebe gleichen Durchmesser hat und auf eine andere Welle befestigt ist. An der Welle dieser letzten Rolle bringe man einen Zeiger an, der auf einer Scheibe, mit Gradeneintheilung, sogleich anzeigen wird, wenn sich die Stange dehnt. Die Blechrinne fülle man jetzt mit Spiritus und zünde diesen an, so wird die Eisenstange erhitzt und dehnt sich nach der Säge hin, schiebt diese und damit auch das Trieb vorwärts. Mit dem Triebe, weil auf derselben Welle befestigt, dreht sich die erste, große Rolle, zieht vermittelst des Seidenfadens die kleine Rolle auch an, und der Zeiger an der Welle der kleinen Rolle zeigt an der Eintheilung 12 mal so viel Grade an, als sich die Stange dehnte. Hat das Trieb 8 Zähne, so wird der Zeiger bei Fortschiebung

eines Triebzahns schon $1\frac{1}{4}$ mal rund gehen. In Fig. 2 ist ein solcher Meßapparat dargestellt.

Tabelle

der linearen Ausdehnung fester Körper, bei einer Temperaturerhöhung von 0 bis 100 Grad Celsius.

Namen der Körper.	Ausdehnung	
	in Decimalbrüchen.	in gewöhnlichen Brüchen.
Nach Lavoisier u. Laplace:		
Englisches Flintglas . . .	0,00081166	$\frac{1}{1248}$
Platin	0,00085655	$\frac{1}{1167}$
Französisches bleihaltiges Glas	0,00087191	$\frac{1}{1147}$
Bleifreie Glasröhren . . .	0,00089760	$\frac{1}{1114}$
Stahl (nicht gehärtet) . . .	0,00107915	$\frac{1}{927}$
Weiches Eisen (geschmiedet) .	0,00122045	$\frac{1}{819}$
Stabeisen	0,00123504	$\frac{1}{813}$
Gold	0,00151361	$\frac{1}{661}$
Kupfer	0,00171733	$\frac{1}{582}$
Messing	0,00187821	$\frac{1}{533}$
Silber	0,00190868	$\frac{1}{524}$
Zinn	0,0020552	$\frac{1}{486}$
Blei	0,00284836	$\frac{1}{351}$
Nach Smeaton:		
Antimon	0,0010833	$\frac{1}{923}$
Wismuth	0,00139167	$\frac{1}{719}$
Zink	0,00294167	$\frac{1}{340}$
Palladium, nach Wollaston	0,00100000	$\frac{1}{1000}$
Nach Troughton:		
Platin	0,00099180	$\frac{1}{1008}$
Stahl	0,00118990	$\frac{1}{840}$
Eisen (gezogen)	0,00144010	$\frac{1}{694}$
Kupfer	0,00191880	$\frac{1}{521}$
Silber	0,00208260	$\frac{1}{480}$
Quecksilber	0,018018	$\frac{1}{55}$

Nach Zollen berechnet dehnt sich bei einer Temperaturerhöhung von 0 bis 100 Grad Celsius:

1 Zoll Eisen um 0,0146 Linien
1 Zoll Messing um 0,0226 „
1 Zoll Zink um 0,0352 „
1 Zoll Quecksilber 0,2172 „

in seiner Länge.

Ein Kompensationspendel nach U. Jürgensen, aus Eisen- und Zinkstäben hat folgendes Verhältniß:

Drei Eisen- und zwei Zinkstäbe verbindet man so mit einander, daß in der Mitte und an beiden äußeren Seiten ein Eisenstab kommt, zwischen denen die Zinkstäbe liegen. Siehe Fig. 3.

a und a sind zwei Eisenstäbe, befestigt in dem oberen und unteren Querstück bb und cc. Der mittlere Eisenstab, an dessen oberem Ende die Aufhängefeder befestigt ist, geht frei durch das obere Querstück bb, sowie auch durch das mittlere d, (welches nur dazu dient, um die Stäbe in ihrer Lage neben einander besser zu halten) und geht dann unten in ein Messingrohr hinein, welches durch eine Schraube in dem Querstück ee befestigt ist. Der mittlere Eisenstab reicht in dem Messingrohr bis auf ungefähr ½ Zoll von dem Querstück ee hinab, und ist durch einen Nagel, welcher in der Mitte des Messingrohrs durch dieses und den Eisenstab geht, befestigt. Die beiden Zinkstäbe f und f sind in den Querstücken bb und ee befestigt. Die Linse des Pendels wird, wie die Abbildung deutlich zeigt, von dem Querstück cc getragen.

Der Einfluß erhöhter Temperatur zeigt sich an diesem Pendel auf folgende Weise.

Der mittlere Stab und dessen Messingrohr dehnen sich und drängen cc hinab. Die beiden Zinkstäbe aber dehnen sich ebenfalls und schieben bb hinauf. Auch die Linse wird, da sie nach unten hin sich nicht dehnen kann, weil sie auf einer Schraubenmutter ruht, sich heben müssen, durch die Ausdehnung des Bleies, mit dem sie gefüllt ist. Bei sinkender Temperatur hat die entgegengesetzte Wirkung ein gleiches Verhältniß.

Um die Dimensionen dieses Pendels in Zahlen auszudrücken und anschaulich zu machen, nehmen wir an, daß die Linse 7 Zoll Durchmesser hat, von welchem nur die Dehnbarkeit nach aufwärts in Betracht zu ziehen ist; nämlich vom Schwerpunkte des Pendels, der etwas unterhalb des Mittelpunktes der Linse liegt, bis an den Umkreis der Linse, in der Richtung durch den Mittelpunkt; also ungefähr . . . . . 5 Zoll — Linien,
die Länge der Zinkstäbe sei, jeder . 24 „ 4 „
die der äußeren Eisenstäbe jeder . . 25 „ — „
die des mittleren Eisenstabes mit der Aufhängefeder zusammen bis zu seiner Befestigung im Messingrohr 28 „ — „
das Messingrohr bis zum Nagel, der den Eisenstab mit ihm verbindet . 6 „ — „
die Eisenstange, welche durch die Linse geht, von cc bis zur Schraube, welche die Linse trägt . . . . 8 „ — „

Also ist die Gesammtlänge der Theile, die sich nach unten hin dehnen, und das Pendel verkürzen:

25″ + 28″ + 8″ = 61 Zoll Eisen, und 6 Zoll Messingrohr.

Die Zinkstäbe, welche das Pendel wieder heben, haben eine Länge von 24 Zoll 4 Linien.

Das Blei der Linse hebt ebenfalls mit einer Länge von 5 Zoll.

Wenn nun 24$\frac{1}{3}$ Zoll Länge des Zinks, und 5 Zoll Länge des Bleies sich eben so viel dehnt als die Länge von 61 Zoll Eisen und 6 Zoll Messing, so ist das Pendel in richtigem Verhältniß.

Wir wollen sehen:

Eisen dehnt sich nach Lavoisier und Laplace um den 819ten Theil, und Messing um den 533sten Theil seiner Länge aus.

Demnach wäre die Ausdehnung des Eisens und Messings: $\frac{61}{819} + \frac{6}{533} = \frac{37427}{436527}$ Zoll.

Zink dehnt sich um den 340sten, und Blei um den 351sten Theil seiner Länge.

Die Ausdehnung des Zinks und des Bleies wäre also:

$$\frac{241}{340} + \frac{6}{351} = \frac{10241}{119340} \text{ Zoll.}$$

Um diese beiden Brüche unter einem Nenner zu vergleichen, ist $\frac{10241}{119340}$ gleich $\frac{4470478007}{52095132180}$,

$$\frac{37427}{436527} = \frac{4466538180}{52095132180}.$$

Der Unterschied ist also: $\frac{3934827}{52095132180}$ Zoll,

oder $\frac{1}{13235}$ Zoll, oder $\frac{1}{1103}$ Linien, die bei einer Temperaturerhöhung von 100 Grad das Pendel länger werden, und demzufolge $\frac{1}{4}$ Sekunden in 24 Stunden verlieren würde. Bei einer Wärmeerhöhung von 25 Grad also nur $\frac{1}{55}$ Sekunden, oder in 4 Wochen eine Sekunde.

Um diese kleine Differenz noch auszugleichen, könnte man die Eisenstäbe um so viel länger nehmen, daß sie sich um $\frac{1}{1103}$ Linien mehr ausdehnen würden; nämlich $\frac{819}{1103}$ Linien. Also würde das Pendel ganz richtig kompensiren, wenn die Eisenstäbe statt 61 Zoll, eine Länge von 61 Zoll $\frac{819}{1103}$ Linien, oder im Decimalbruch 61″ 0,7325‴ hätten.

Man kann aber leichter und bequemer mit dem Messingrohre diesen Unterschied berichtigen, indem man nämlich den Nagel, der den mittleren Eisenstab in dem Messingrohre befestigt, etwas höher setzt.

Wenn Eisen sich bei um 100° erhöhter Temperatur um den 819ten Theil seiner Länge dehnt, so dehnt sich:

1 Zoll Eisen	0,0146	Linien,
und 1 Zoll Messing	0,0226	„
folglich ist der Ausdehnungsunterschied von 1 Zoll	0,0080	„

Die Differenz, die auszugleichen ist, beträgt aber nur $\frac{1}{1103}$ Linien = 0,000906 Linien, also ist kaum der 9te Theil eines Zolles erforderlich, um welches der Nagel erhöht werden muß, damit die Ausdehnung 0,000906 Linien mehr betrage.

Auch kann man auf der oberen Hälfte des mittleren Eisenstabes noch ein kurzes Messingrohr anbringen, welches auf die Kompensation keinen Einfluß übt, sondern nur dazu dient, den Schwerpunkt des Pendels etwas nach oben oder unten hin zu verrücken, indem man es höher oder tiefer schraubt.

Man kann, wie aus dem bis jetzt schon Gesagten zu ersehen ist, auf sehr verschiedene Art ein Kompensationspendel anfertigen. Doch muß man die Dehnbarkeit der Metalle vorher durch Messung untersuchen und dann das Verhältniß so stellen, wie es einer genauen Berechnung entspricht.

Es ließe sich auch sogar eine einfache Eisenstange, mit einem Bleigewicht in langer Walzenform als Linse daran, zu einem kompensirenden Pendel machen, wenn man nämlich das Blei der Linse durch seine Ausdehnung den Schwerpunkt des Pendels um eben so viel hebt, als die Eisenstange bei derselben Temperaturerhöhung sich verlängern würde. Die Eisenstange wird vom Aufhängepunkt bis zur Schraube unter der Linse gemessen. Den Schwerpunkt der Bleiwalze kann man nach einem Fadenpendel bestimmen, wofür das Verfahren schon angegeben ist. Ein Stahlstab von geringer Stärke wäre hier noch besser, als Eisen, da sich Stahl nicht so stark ausdehnt, und man die Bleiwalze daher nicht so lang zu machen brauchte.

Von Stahl und Zink, oder von Stahl und Messing kann man auch das Rost eines Pendels zusammensetzen. Stahl anzuwenden statt Eisen, hat eine große Bequemlichkeit für sich. Man kann die Stahlstäbe rund und von gleicher Stärke leicht fertig bekommen, während man bei Eisenstäben viele Schwierigkeiten zu überwinden hat, um sie gleich stark und rund zu machen. Freilich müssen die Stahlstäbe von etwas größerer Länge sein, als Eisenstäbe. Stahl dehnt sich von 0 bis 100° um $\frac{1}{870}$, und Zink um $\frac{1}{340}$ seiner Länge; daher muß sich die Länge der hebenden Zinkstäbe zu der der nach unten hin zu verlängernden Stahlstäbe verhalten wie 340

zu 870, oder ungefähr wie 2 : 5. Von Stahl und Messing wäre das Längenverhältniß: 870 Theile Stahllänge zu 533 Theilen Messinglänge. Freilich muß auch hier noch, wie immer, die Ausdehnung der Linse berücksichtigt werden.

Das Quecksilberpendel.

Das Quecksilberpendel hat eine einfache Stahl- oder Eisenstange. Die Linse ist ein, an beiden Enden verschlossener, Messingcylinder, durch welchen die Stange hindurchgeht. Der innere Raum der Linse enthält zwei oder vier Cylinder von Glas, welche mit Quecksilber so weit gefüllt sind, daß dieses noch Raum genug behält, sich bei höherer Temperatur auszudehnen. Die Glasgefäße sind luftdicht verschlossen. In ihrer Lage hält sie eine dünne Messingverbindung.

Wenn bei diesem Pendel sich die Stahl- oder Eisenstange verlängert, so hebt die weit größere Ausdehnung des Quecksilbers den Schwerpunkt der Linse ungefähr um das Doppelte wieder. Durch genaue Berechnung, nach vorheriger Messung der Dehnbarkeit des Eisens, Quecksilbers und des Glases, kann man diesem Pendel ein ganz richtiges Verhältniß geben.

Das einfache Pendel mit Holzstab.

Für gewöhnliche Uhren genügt es, ein Pendel mit einer einfachen Holzstange anzuwenden. Man nimmt dazu am besten altes, gut ausgetrocknetes Föhrenholz, am liebsten den Schuß von einem Jahre; sägt es der Länge nach in zwei Hälften und leimt dieselben dann wieder so aneinander, daß die Adern der beiden Theile in entgegengesetzter Richtung laufen. Ein solches Pendel dehnt sich wenig und macht durch den Einfluß der Wärme keinen bedeutenden Unterschied in seinem Gange.

Aufhängungsarten des Pendels.

Man kann ein Pendel auf verschiedene Weise aufhängen; die gewöhnliche Art ist aber die mit einer dünnen Stahlfeder. An dem obern Ende der Pendelstange befestigt man eine Uhrfeder, indem man einen Einschnitt in den Stab macht und die Feder dahinein schiebt. Ein Stift durch Feder und Stab dient zur Befestigung. Das obere Ende der Feder läßt man auf gleiche Weise in ein kleines Messingstück ein und hängt das Pendel dann auf, indem man die Feder in einen Einschnitt eines an der Wand des Gehäuses befestigten Eisenstückes schiebt, so daß das kleine Messingstück an dem Ende der Feder auf dem Eisenstücke ruht und das Pendel trägt. Man kann auch zwei Federn anwenden, dann muß man aber auf das Ende des Stabes ein Messingstück schrauben, welches 1½ bis 2 Zoll lang sein kann. An jedem Ende dieses Stückes befestigt man, nach angegebener Weise, die Feder, und gebe jeder ein kleines, tragendes Messingstück. Der Einschnitt des Eisens, in welchem das Pendel hängen soll, muß hier natürlich etwas länger sein, damit beide Federn senkrecht hängen können.

Eine andere Art der Aufhängung ist die mit einem Messer.

An dem oberen Ende des Stabes befestige man einen gut gehärteten Stahlring, dessen innere Fläche fein polirt ist. Das an dem Gehäuse befestigte Stück, an dem das Pendel hängen soll, sei gleichfalls von hartem Stahl, mit einer geraden Vertiefung, welche wenig breiter ist, als die Dicke des Stahlringes. Diese Vertiefung, die dazu bestimmt ist, den Stahlring und somit das Pendel aufzunehmen, ist von beiden Seiten nach oben hin scharf gefeilt, und die scharfe Kante gut polirt, daß sie nicht schneidet.

Es ist leicht einzusehen, daß das Pendel um so leichter schwingt, je größer der innere Umkreis des Rin-

ges ist, aber auch um so leichter verschiebt sich seine Lage. Ein nachdenkender Arbeiter wird ohne Mühe ein gutes Verhältniß zu treffen wissen.

Eine dritte Art, das Pendel aufzuhängen, ist folgende:

Statt wie in der eben beschriebenen Weise man einen Stahlring auf das obere Ende des Pendels setzt, kann man auch einen Messingring nehmen, in welchen man, mit dem Stabe horizontal, ein Loch bohrt, darin ein Gewinde schneidet und einen glasharten Stahlstift hineinschraubt, dessen Spitze bis zur Hälfte des inneren Halbmessers des Ringes reicht und nicht ganz scharf, sondern kaum merklich gerundet und gut polirt ist. Diese Stahlspitze lasse man entweder auf einer glasharten, gut polirten Stahlpfanne, oder besser auf einer Rubinpfanne ruhen, welche in das, am Gehäuse befestigte Stück Eisen eingelassen ist. Die Pfanne muß entweder vertieft und nicht zu flach gerundet sein, oder eine nur sehr kleine, gerade Fläche in der Vertiefung haben, damit das Pendel sich nicht verschieben kann.

Die Kompensations-Unruhe.

Aehnlich, wie mit dem Rostpendel, verhält es sich auch mit der Kompensations-Unruhe. Was beim Pendel die Länge, ist bei der Balance der Radius, oder Halbmesser. Der Ring der Balance ist aus zwei Metallringen zusammengesetzt und, wie Fig. 4 zeigt, an zwei Stellen durchschnitten.

Der Messingring der Kompensationsunruhe ist mit doppelter Stärke dem Stahlringe angeschmolzen, daß also die Fläche des Ringes nur $\frac{1}{3}$ Stahl und $\frac{2}{3}$ Messing zeigt. Die beiden sich gegenüber liegenden Einschnitte des Ringes sind nahe an den beiden Armen oder Schenkeln der Balance. Die Schrauben sind aus Messing, oder Gold, von gleicher Schwere, außer den vier

Regulirschrauben a, b, c und d, welche stärker und schwerer sind, aber nicht aus dem Kreis der Schwingung der Kompensationsschrauben hervortreten.

Werden durch die Wärme nun diese Metallringe ausgedehnt, so zieht sich der Doppelring, weil das äußere Metall (Messing) sich mehr dehnt, wie das innere (Stahl), zusammen und verkürzt also seinen Halbmesser, was eine um eben so viel schnellere Schwingung verursacht, als sie durch die Ausdehnung und die dadurch erwachsende größere Schwere der Metalle langsamer wird.

Von großen Uhren.

Berechnungen der Kraft.

Bei den großen Uhren, welche durch die Kraft der Schwere getrieben werden, ist das Gewicht an einer Schnur befestigt, die um eine Walze gelegt ist.

Die Kraft desselben Gewichts ist größer, oder geringer, je nachdem der Durchmesser der Schnurwalze länger, oder kürzer ist. Der Halbmesser der Walze ist nämlich ein einarmiger Hebel, wird aber durch die Verbindung mit dem Walzenrade ein zweiarmiger.

Daher verhält sich die Kraft, mit welcher das Walzenrad in das Trieb faßt, zu der ziehenden Kraft des Gewichts, oder dessen Schwere, wie die Länge des Halbmessers der Walze, multiplicirt mit der Schwere des Gewichts, zu der Länge des Halbmessers des Walzenrades.

Ist z. B. das Gewicht 2 Pfund, der Halbmesser der Walze $\frac{1}{2}$ Zoll, und der Halbmesser des Walzenrades $1\frac{1}{2}$ Zoll, so ist die Kraft, mit welcher das Walzenrad in das Trieb faßt:

$$\frac{2 \times \frac{1}{2}}{1\frac{1}{2}} = \frac{2}{3} \text{ Pfund.}$$

In dem Räderwerk der Uhr wird die Kraft mit jedem Rade, welches in ein Trieb, oder kleineres Rad greift, immer schwächer, und zwar um so viel mal, als der Halbmesser des Triebes in dem Halbmesser des dahineingreifenden Rades enthalten ist.

Statt Halbmesser kann man auch Durchmesser sagen; das Verhältniß bleibt dasselbe. Wenn z. B. das Walzenrad mit $\frac{3}{8}$ Pfundkraft in ein Trieb von $\frac{1}{8}$ Zoll Durchmesser greift, und diese Triebwelle ein Rad von 2 Zoll Durchmesser hat, so übt dieses Rad wieder auf das folgende Trieb nur noch den Druck von $3\frac{3}{4}$ Loth. Denn:

$$\frac{\frac{3}{8} \times \frac{1}{8}}{2} = \frac{3}{128} \text{ Pfd., oder } 3\tfrac{3}{4} \text{ Loth.}$$

Auf solche Weise kann man die Kraft durch Berechnung verfolgen bis zum Hemmungsgrade.

Wollte man aber die ursprüngliche Kraft beibehalten, so müßte jedes Rad in ein folgendes mit gleichem Durchmesser greifen, und man würde nicht die Zeit gewinnen können, welche erforderlich ist, das Hemmungsrad so oft rund gehen zu lassen, während das Walzenrad einen Umgang macht.

Man kann die Kraft sogar vermehren, wenn man, statt daß die Räder auf die Triebe wirken, dieses Verhältniß umkehrt.

Z. B.: Ein Gewicht von 2 Pfund zieht an einer Walze von 3 Zoll Durchmesser; statt des Walzenrades faßt ein Trieb von $\frac{2}{3}$ Zoll Durchmesser in ein Rad mit 2 Zoll Durchmesser, welches an der Welle ein Trieb hat, dessen Durchmesser $\frac{1}{8}$ Zoll beträgt. Die Kraft, mit welcher dieses letzte Trieb in das folgende Rad faßt, ist:

$$\frac{2 \times 3}{\frac{2}{3}} \times \frac{2}{\frac{1}{8}} = 54 \text{ Pfund.}$$

Mit einer solchen Einrichtung ließe sich freilich eine große Last durch wenig Kraft heben, aber es würde auch um so langsamer gehen, je leichter die Last werden

würde; denn das Gewicht von 2 Pfund müßte 27 Zoll sinken, um das Trieb von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser nur einmal umzudrehen. Bei den Uhren kommt es aber nicht darauf an, durch Zeitverlust die Kraft zu vermehren, sondern mehr Zeit zu gewinnen, wenn dieses auch nicht anders bewirkt werden kann, als auf Kosten der Kraft. Man will die Uhr weder alle Augenblicke aufziehen, noch der Schnur des Gewichts eine unmäßige Länge geben; darum konstruirt man das Laufwerk so, daß, wie schon gesagt, das Hemmungsrad viele Umgänge zu machen hat, während das Walzenrad nur einmal rund geht.

Berechnungen der Zeit.

Jedes Uhrwerk kann man in Hinsicht auf den Zweck der Räder in drei Theile eintheilen.

Der erste Theil der Räder, vom Walzenrade bis zum Großbodenradstriebe, bedingt allein die Zeit, welche eine Uhr gehen kann, bis sie abgelaufen ist.

Das Großbodenrad, auf dessen Welle das Minutenrohr mit dem Minutenzeiger sitzt, muß, da der Zeiger in einer Stunde seinen Kreislauf einmal vollendet haben soll, ebenfalls einen Umgang in der Stunde machen. Wenn daher das Trieb der Großbodenradswelle 8 Zähne hat, und das Walzenrad 144, so würden die 8 Zähne des Triebes, die in einer Stunde rund gehen, auch die Fortschreitung von 8 Zähnen des Walzenrades erfordern, was (8 : 144) der 18te Theil des Umfanges ist. Wenn aber der 18te Theil zu seiner Fortbewegung eine Stunde gebraucht, so muß das ganze Walzenrad, um seinen Umgang zu vollenden, 18 Stunden Zeit haben. Würde die Schnur des Gewichts nun in 10 Umgängen um die Walze gelegt werden, so würde die Uhr, bis sie abgelaufen wäre, $(10 \times 18) = 180$ Stunden, oder $7\frac{1}{2}$ Tage gehen. Es wäre demnach eine Achttageuhr.

Wie lange geht eine Uhr, mit 9 Umgängen um die Walze, wenn das Walzenrad 144 Zähne,

das erste Beisatzrad 84 Zähne, mit einem Trieb 12,
das zweite Beisatzrad 80 Zähne, „ „ „ 10,
und das Großbodenrad ein Trieb mit 8
Zähnen hat?

$$\frac{144}{12} \times \frac{84}{10} \times \frac{80}{8} \times 9 = 9072 \text{ Stunden, oder}$$

378 Tage.

Eine Uhr mit solchem Zahlenverhältniß der Zähne wäre also eine Jahresuhr.

Wie aus obigen Beispielen ersichtlich, werden die Zahlen der Radzähne mit einander, und die Zahlen der Triebzähne mit einander multiplicirt, und das erstere Produkt durch das letztere getheilt; wodurch man die Anzahl der Stunden erhält, welche die Uhr bei einmaligem Umgange der Walze geht. Diese Zahl mit der Anzahl der Schnurumgänge multiplicirt, giebt die ganze Zeit, die eine Uhr geht, bis sie abgelaufen ist.

Berechnungen der Schwingungszeit und Länge des Pendels, sowie der Anzahl der Schwingungen.

Der zweite Theil des Räderwerks, vom Großbodenrade bis zum Hemmungsrade, ist in der Anzahl seiner Zähne durch die Länge des Pendels bedingt; oder umgekehrt: die Länge des Pendels ist bedingt durch das Verhältniß der Anzahl der Rad- und Triebzähne dieses zweiten Theils.

Z. B.: Man will ein Sekundenpendel bei einer Uhr anwenden, so kann man dem Großbodenrade 64 Zähne, dem Kleinbodenrade 60, mit einem Trieb von 8 Zähnen, dem Hemmungsrade 30, mit ebenfalls einem Trieb von 8 Zähnen geben. Das Hemmungsrad, von dessen 30 Zähnen der Anker, nach zweimaliger Schwingung des Pendels (also in 2 Sekunden) einen Zahn durchläßt, vollendet seinen Umgang in 60 Sekunden,

oder einer Minute. Das Kleinbodenrad hat während dem, weil es in ein Trieb mit 8 Zähnen faßt, nur 8 Zähne, also (8 : 60) den $7\frac{1}{2}$ Theil seines Umfanges weiter geschoben, würde demnach seinen Umgang erst in $7\frac{1}{2}$ Minuten vollenden. Indem das Kleinbodenrad (also auch dessen Trieb mit 8 Zähnen) in $7\frac{1}{2}$ Minuten einen Umgang gemacht hat, ist das Großbodenrad nur um 8 Zähne, oder (8 : 64) um den 8ten Theil seines Umfanges weiter gerückt, würde daher $8 \times 7\frac{1}{2} = 60$ Minuten gebrauchen, um einen ganzen Umgang zu vollenden.

Bei solchem Verhältniß, wenn bei einem Sekundenpendel das Hemmungsrad 30 Zähne hat, kann man auch einen Sekundenzeiger auf die Welle des Hemmungsrades setzen, da das Rad in 60 Bewegungen, jede einer Pendelschwingung entsprechend, einmal rund geht. Aber auch auf verschiedene andere Weise läßt sich das Verhältniß der Anzahl der Zähne einrichten. Z. B.

Großbodenrad 60 Zähne,
Kleinbodenrad 50 „ mit einem Trieb 10,
Hemmungsrad 60 „ „ „ „ 10,

so würde, wenn das Großbodenrad einen Umgang gemacht hätte, das Kleinbodenrad schon $(10 : 60) = 6$; das Hemmungsrad aber bei einem Umgange des Kleinbodenrades $(10 : 50) = 5$ Umgänge gemacht haben; folglich $(5 \times 6) = 30$ Umgänge, während das Großbodenrad einen machte; nach der Zeit bestimmt, also 30 Umgänge in einer Stunde. Hier würde man ebenfalls ein Sekundenpendel nehmen müssen, aber keinen Sekundenzeiger auf die Steigradswelle setzen können, denn das Steigrad oder Hemmungsrad würde in 2 Minuten erst einen Umgang vollendet haben.

Aufgabe.

Die Länge des Pendels zu finden, wenn
das Großbodenrad 72 Zähne,
das Kleinbodenrad 60 Zähne, mit einem Trieb 6,
und das Steigrad 30 Zähne, mit einem Trieb 6 hat.

Da wir wissen, daß sich die Längen der Pendel umgekehrt zu einander verhalten, wie die Quadrate der Anzahl ihrer Schwingungen, so berechnen wir erst, wie viele Schwingungen die Uhr in einer Stunde macht.

Das Großbodenrad macht einen Umgang in einer Stunde, das Kleinbodenrad $6 : 72 = 12$ Umgänge, das Steigrad bei einem Umgang des Kleinbodenrades $6 : 60 = 10$ Umgänge, also bei 12 Umgängen $10 \times 12 = 120$ in einer Stunde. Jeder Zahn giebt in einmaligem Umgang 2 Schwingungen, also das ganze Rad $2 \times 30 = 60$; folglich geben 120 Umgänge $60 \times 120 = 7200$ Schwingungen.

Kurz gefaßt, ließe sich die ganze Berechnung in folgendem Satze ausdrücken:

$$\frac{72}{6} \times \frac{60}{6} \times 60 = 7200.$$

Ein Sekundenpendel, dessen Länge bekanntlich 38 Zoll beträgt, macht 3600 Schwingungen in einer Stunde. Folglich verhält sich

das □ von 3600 : dem □ von 7200 = x : 38 Zoll.

verkleinert $\square 1 : \square 2 = x : 38$

oder: $1 \times 1 : 2 \times 2 = x : 38$

folglich: $1 : 4 = x : 38$

$x = 9\frac{1}{2}$ Zoll.

Die Anzahl der Zähne des oberen Laufwerks in anderem Verhältniß.

Statt des Großbodenrades kann auch ein anderes Rad die Mitte des Werkes einnehmen, und der Sekundenzeiger von der Mitte des Zifferblatts ausgehen.

z. B. das Großbodenrad
hat 64 Zähne,
das erste Kleinbodenrad 60 Zähne, mit einem Trieb 8,
das zweite Kleinbodenrad, auf dessen Welle der Sekundenzeiger gesetzt wird, und welches deshalb in der Mitte seinen Platz einnimmt,
hat 60 Zähne, mit einem Trieb 8,
das Hemmungsrad hat 8 Zähne, mit einem Trieb 8,
so ist die Anzahl der Schwingungen:

$$\frac{64}{8} \times \frac{60}{8} \times \frac{60}{8} \times 16 = 7200.$$

Das Pendel müßte also, da seine Schwingungszeit nur die Hälfte der des Sekundenpendels ist,

$\frac{1}{8} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{64}$ der Länge des Sekundenpendels haben,

also $9\frac{1}{8}$ Zoll.

Das zweite Kleinbodenrad, welches hier das Sekundenrad ist, macht in einer Stunde $\left(\frac{64}{8} \times \frac{60}{8}\right) = 60$ Umgänge; in einer Minute also einen Umgang.

Das Rad muß 60 Zähne haben, um den Umgang gleichmäßiger in 60 Sekunden theilen zu können. In jeder Sekunde geht das Rad um einen Zahn weiter.

Eine Tabelle der Pendellängen, welche ich von 100 zu 100 Schwingungen nach der Länge des Sekundenpendels berechnet habe, ist auf Seite 7 verzeichnet.

Berechnungen des Zeigerwerks, oder der Wechselräder.

Der dritte Theil des Räderwerks hat gewöhnlich seinen Platz zwischen der Vorderplatine und dem Ziffer-

blatt. Die Räder, welche hierzu gehören, werden Wechselräder genannt. Bei einfachen Uhren finden wir drei: das Minutenrad, das Stundenrad und das Wechselrad. Das Minutenrad wird mit einem Rohr (dem Minutenrohr), worauf es befestigt ist, auf die verlängerte Welle des Großbodenrades gesetzt; doch so, daß es zwar von der Welle, wenn sie rund geht, mitgenommen wird, aber sich auch auf derselben drehen läßt, damit man die Zeiger stellen kann. Auf dem Minutenrohre sitzt der Minutenzeiger. Das Stundenrad sitzt mit einem Rohre auf dem Minutenrohre, worauf es leicht und gut laufen muß. Auf das Rohr des Stundenrades setzt man den Stundenzeiger. Das Wechselrad endlich hat seinen Platz neben dem Minutenrade, so daß beider Zähne in einander greifen; es wird also vom Minutenrade getrieben. Ein Trieb, auf dessen Welle das Wechselrad befestigt ist, treibt das Stundenrad. Wie wir also hieraus ersehen, ist das Wechselrad nöthig, um die Verbindung des Minutenrades mit dem Stundenrade zu vermitteln. Zwischen der Platine und einem Kloben muß es leicht und frei laufen. Das Verhältniß der Größe und der Anzahl der Zähne dieser Räder ist dadurch bedingt, daß das Stundenrad nur einen Umgang machen soll, während das Minutenrad deren zwölf macht. Wenn daher das Minutenrad 24 Zähne hat, und das Wechselrad ebenfalls, so vollenden beide Räder in gleicher Zeit ihren Umlauf, und man ist genöthigt, in der Anzahl der Triebzähne des Wechselrades und der Zähne des Stundenrades ein Verhältniß anzuwenden, das wie 1 zu 12 ist; z. B. ein Trieb 6 im Wechselrade und 72 Zähne im Stundenrade.

Besser, wie die gewöhnliche Einrichtung, wo das Stundenrohr sich auf dem Minutenrohre dreht, ist die, wenn man über das Minutenrohr einen Kloben setzt, mit einer Hülse daran, die das Minutenrohr, ohne es zu berühren, umgiebt, und auf welcher das Stundenrohr frei und gut läuft. In der Mitte sei die Klobenhülse

eingedreht, damit das Stundenrohr nicht mit der ganzen innern Fläche darauf reibt.

Wenn von zwei Theilen die Anzahl der Zähne gegeben sind, kann man daraus das Zahlenverhältniß der Zähne der beiden andern Theile berechnen.

Gesetz: Die Anzahl der Zähne des Stundenrades mit der des Wechselrades multiplicirt, ist 12 mal so viel, als die Zahl der Zähne des Minutenrades, multiplicirt mit der Anzahl der Triebstäbe des Wechselrades.

Z. B. das Stundenrad hat 32 Zähne,
das Minutenrad hat 10 Zähne.

Nun steht zur Frage, wie viel Zähne das Wechselrad und dessen Trieb haben kann.

$$32 \times x : 10 \times y = 12 : 1$$

folglich ist $\frac{32\,x}{12} = 10\,y$

$$32\,x = 120\,y$$

$$x = 3\tfrac{3}{4}\,y.$$

Da die Zahl der Wechselradszähne mit x, und die der Triebstäbe mit y bezeichnet ist, so haben wir das Verhältniß der beiden unbekannten Zahlen gefunden, nämlich 1 zu $3\frac{3}{4}$, oder 4 : 15, oder 8 : 30. Man wähle nun die Zahl der Zähne so, daß man auch ein gutes Verhältniß in der Größe derselben erlangt.

Wie viele Zähne kann man dem Stundenrade und dem Wechselradstriebe geben, wenn das Minutenrad 16 und das Wechselrad 32 Zähne hat?

Die Zahl der Zähne des Stundenrades sei x,
die des Wechselrades y,

so verhält sich $32 \times x : 16 \times y = 12 : 1$

$$\frac{32\,x}{12} = 16\,y$$

$$32\,x = 192\,y$$

$$x = 6\,y.$$

Das Verhältniß der Zahl der Stundenradszähne zu der des Wechselradstriebes wäre demnach, um auch ein gutes Verhältniß der Größe zu erreichen, 48 : 8.

Wenn von 3 Theilen die Zahl der Zähne bekannt ist, kann man daraus berechnen, wie viele Zähne der vierte Theil haben muß.

Z. B.: Das Minutenrad hat 30 Zähne,
das Wechselrad hat 45 Zähne,
und dessen Trieb hat 8 Zähne,
wie viele Zähne muß dann das Stundenrad haben?

$$45 \times x : 30 \times 8 = 12 : 1$$

$$\frac{45\ x}{12} = 240$$

$$45\ x = 2880$$

$$x = 64 \text{ Zähne.}$$

Oder man multiplicirt die Zahl der Zähne des Minutenrades mit der der Triebstäbe des Wechselradstriebes, und das Produkt wieder mit 12; die Zahl der Zähne des Wechselrades darin getheilt, ergiebt die Anzahl für die Stundenradszähne.

$30 \times 8 \times 12 = 2880$, getheilt durch $45 = 64$ Zähne.

Wie viele Zähne muß das Minutenrad haben, wenn das Wechselrad 30, dessen Trieb 8 und das Stundenrad 32 Zähne hat:

$$32 \times 30 : 8 \times x = 12 : 1$$

$$\frac{960}{12} = 8\ x$$

$$960 = 96\ x$$

$$x = 10 \text{ Zähne,}$$

oder: $\frac{32 \times 30}{8 \times 12} = 10$ Zähne.

Wie viele Zähne hat das Wechselradstrieb, wenn das Minutenrad 12, das Wechselrad 24, und das Stundenrad 48 Zähne hat?

$$48 \times 24 : 12 \times x = 12 : 1$$

$$\frac{1152}{12} = 12\,x$$

$$96 = 12\,x$$

$$x = 8 \text{ Zähne.}$$

oder: $\frac{48 \times 24}{12 \times 12} = 8$ Zähne.

Von dem Gesperr.

Um das Gewicht der Uhren, wenn es abgelaufen ist, wieder aufziehen zu können, ist es nothwendig, daß die Schnurwalze sich denselben Weg wieder zurückführen läßt, den sie während der Zeit, daß die Uhr ging, gemacht hat. Wenn die Walze von dem Gewichte nach rechts herumgezogen wird, müssen auch die Zahnspitzen des Gesperrrades nach rechts zeigen, und nach links dreht man die Walze beim Aufziehen. Das Gesperrrad kann mit der Walze zugleich auf der Welle des Walzenrades befestigt sein. Der Sperrkegel sitzt an der Fläche des Walzenrades und wird durch eine Feder, welche ebenfalls an dem Walzenrade ihren Platz hat, niedergedrückt, damit er in die Zähne des Gesperrrades faßt und dadurch verhindert, daß die Walze nach dem Aufziehen von dem Gewichte gleich wieder zurückgezogen wird. Beim Aufziehen heben die Zähne des Gesperrrades den Sperrkegel, und die Feder drückt ihn Zahn nach Zahn wieder nieder. Die Welle des Walzenrades muß, in diesem selbst, sich drehen lassen, denn das Walzenrad soll während des Aufziehens in seiner Lage bleiben und nicht mit zurückgeführt werden.

Die Aufzugs- oder Walzenradswelle hat eine viereckige Verlängerung bis nach dem Zifferblatt, welches durch ein Loch von entsprechender Größe das Ende sehen läßt; die Welle wird mit einem Schlüssel aufgezogen.

Das Aufziehen mit einer Schnur.

Es ist nicht gerade nothwendig, daß man zum Aufziehen eines Schlüssels bedarf, man kann auch eine Einrichtung treffen, daß die Uhr sich mit einem Faden, an dessen Ende eine kleine Messingkugel, oder Eichel befestigt ist, aufziehen läßt. Die Welle der Walze ist alsdann im Walzenrade befestigt und hat an beiden Enden Zapfen, um wie die andern Räder in den Platinen zu laufen. Die Walze läuft leicht und frei auf der gut polirten Welle und hat an der Seite nach dem Walzenrade hin ein festes Gesperrrad. Der, oder die Sperrkegel (es ist besser, wenn man zwei anwendet), mit ihren Federn haben ihren Platz, wie oben beschrieben. Auf der Walze müssen die Windungen der Schnur oder Saite durch einen eingedrehten Schraubenhohlgang geleitet werden, damit sich die Saite nicht in mehreren Umgängen übereinander lege. Die Saite, an welcher das Gewicht hängt, ist an einem Ende, und die Schnur, welche zum Aufziehen dienen soll, an dem andern Ende der Walze befestigt. Bevor man die Uhr aufhängt, lege man die Saite in allen Umgängen um die Walze. Wenn nun die Saite sich beim Gange der Uhr von der Walze abwickelt, legt sich die Aufzugsschnur in demselben Maße wieder um. Ist also die Saite, und mit ihr die Uhr, ganz abgelaufen, so ist die Aufzugsschnur dadurch auch wieder von der Walze in allen Umwindnngen aufgenommen, und man braucht nur die Messingeichel oder Kugel herunter zu ziehen, um das Gewicht wieder hinauf zu bringen.

Diese Methode des Aufziehens bietet den Vortheil, daß man erstens kein Loch ins Zifferblatt zu machen braucht, wodurch dasselbe doch jedenfalls verunziert wird. Zweitens kann man die Zapfen der Walzenradswelle bedeutend schwächer machen, wodurch Reibung erspart und mehr Kraft gewonnen wird. Drittens hat man auch noch die Bequemlichkeit, wenn man die Eichel außer dem Gehäuse gehen läßt, daß man dieses beim Aufziehen nicht erst zu öffnen hat, und zugleich außen sehen kann, wann die Uhr abgelaufen ist.

Von dem Gegengesperr.

Da man beim Aufziehen einer Uhr nicht allein die Kraft derselben aufhebt, sondern auch noch nach entgegengesetzter Richtung hin mehr Kraft anwendet, als die ist, welche aufgezogen werden soll, so muß unbedingt das Werk in seinem Gange unterbrochen und gehemmt werden, und so lange Zeit stehen bleiben, als man zum Aufziehen gebraucht. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, hat man eine Vorrichtung gemacht, welche Gegengesperr genannt wird und dazu dient, die während des Aufziehens fehlende Kraft zu ersetzen. Außer dem gewöhnlichen Gesperrrade, vermittelst dessen das Aufziehen bewirkt wird, fügt man zwischen diesem und dem Walzenrade ein zweites größeres hinzu, dessen Zähne in entgegengesetzter Richtung laufen, als die des ersten, und in welches ein Sperrkegel faßt, der auf einer Welle frei zwischen den Platinen liegt. Das Gegengesperrrad wird überhaupt nicht befestigt, sondern nur angelegt. Auf seiner Seite nach dem Walzenrade hin hat es eine kreisförmig gebogene Feder, die mit einer Schraube und einem Stellstift darauf befestigt ist, und in einer Ausdrehung des Walzenrades sich frei bewegen kann. Diese Fe-

der darf sich aber nicht ganz schließen, weil sie Raum behalten muß, um sich enger biegen und ausdehnen zu können. Sie ist von Stahl und muß gehärtet und federblau angelassen sein. Das bewegliche Ende der Feder hat einen Stift, der in einen kleinen Einschnitt des Walzenrades greift, und dieses, wenn die Feder angespannt ist, zu ziehen vermag. Die beiden Sperrkegel mit ihren Federn zu dem Aufzugsgesperr sind, statt auf dem Walzenrade, hierbei auf dem Gegengesperrrade angebracht.

Sobald das Gewicht anzieht, wird die Gegengesperrfeder angespannt und zieht in derselben Richtung mit dem Gewicht. Hebt man nun dutch das Aufziehen die Wirkung des Gewichtes auf, so hält der Sperrkegel des Gegengesperres das Rad in der Anspannung zurück, und die Kraft der angespannten Gegengesperrfeder muß auf das Walzenrad, vermittelst des Stiftes, der in den Einschnitt greift, wirken. Die Uhr geht also während des Aufziehens durch die Kraft der Gegengesperrfeder weiter.

Bei größeren Uhren, in denen das Walzenrad geschenkelt ist, kann man zwei Federn anwenden, und statt in den Einschnitt, können sie hier zwischen den Schenkeln einander gegenüberliegen.

Von den Zapfen.

Ueber die Beschaffenheit der Zapfen, mit denen die Wellen der Räder in den Platinen laufen, läßt sich nur sagen, daß sie gerade und gut polirt sein müssen, und an ihren Enden kugelförmig gerundet. Die Ansätze nicht zu breit, und ebenfalls gerade und gut polirt. Die Echappementszapfen der Chronometer weichen allein von der gewöhnlichen Form ab. Die Stärke der Zapfen muß in einem Verhältniß zu der ganzen Bauart der Uhr stehen. Hier sei nur bemerkt, daß ein stärkerer Zapfen mehr Reibung hat, als ein schwächerer; und zwar

„verhält sich die Reibung zweier Zapfen zu einander, wie die Quadrate ihrer Durchmesser."

Ein Zapfen von 4 Linien Durchmesser hat demnach viermal so viel Reibung, als ein anderer von 2 Linien Durchmesser.

Von der Größe der Triebe und den Eingriffen.

Die erste Bedingung bei der Konstruktion eines jeden Uhrwerks ist immer die, daß die Reibung der Theile

an einander so gering als möglich werde. Darum ist es auch nicht gleich, ob die Triebe im Verhältniß zu den Rädern etwas größer, oder kleiner sind, sondern ihre Größe ist genau bedingt.

„Der Durchmesser des Triebes muß sich zu dem des Rades verhalten, wie die Zahl der Triebzähne zur Zahl der Radzähne."

Z. B.: Ein Rad mit 48 Zähnen von 18 Linien Durchmesser soll in ein Trieb mit 8 Zähnen fassen, wie groß muß der Durchmesser des Triebes sein?

Die Zahl der Triebzähne verhält sich hier zur Zahl der Radzähne, wie 8 : 48, oder wie 1 : 6; also muß sich auch der Durchmesser des Triebes zum Durchmesser des Rades wie 1 zu 6 verhalten; der Durchmesser des Rades ist 18 Linien,

also getheilt durch 6, macht 3 Linien für den Durchmesser des Triebes,

oder: $x : 18 = 8 : 48$, folglich verkleinert: $x : 18 = 1 : 6$

$$x = \frac{18}{6}$$

$$x = 3 \text{ Linien.}$$

Wenn das Trieb zu groß ist, so setzen sich Rad- und Triebzähn zu früh gegeneinander, ist es zu klein so faßt der Zahn des Rades zu spät.

Ein Trieb von 6 Zähnen muß $2\frac{2}{3}$ Zähne,
" " " 7 " " 3 " und $\frac{1}{3}$ Lücke,
" " " 8 " " 3 " " 1 "
" " " 9 " " $3\frac{1}{3}$ "
" " " 10 " " 4 "
" " " 12 " " $4\frac{1}{2}$ Zähne des Rades messen. Die Größe eines mehr als 12stäbigen Triebes findet man, wenn man die Zahl der Triebstäbe doppelt nimmt und darin 6 theilt; die ganze Zahl sind Zähne, was übrig bleibt unter 3, sind Lückendrittheile, über 3, Zahndrittheile.

Ein Eingriff ist gut, wenn der Zahn des Rades sich in dem Moment an den Triebzahn legt, wenn die beiden sich berührenden Seiten der Zähne eine gerade Linie bilden, die verlängert die Mittelpunkte beider Wellen trifft. Fig. 5 zeigt den Eingriff, in der Stellung, wo der Zahn des Rades sich anlegen soll.

Die Zähne des Rades, sowie des Triebes müssen gewälzt sein. Das Wort „gewälzt" ist von Walze abgeleitet. Die Zahnspitzen sollen aber nicht genau die Form einer halben Walze haben, sondern von beiden Seiten mit einer Abwickelungslinie nach ihrer Spitze zu laufen; damit (mathematisch) nicht die Flächen der Trieb- und Zahnseite sich berühren können, sondern nur immer zur Zeit eine Linie, die mit den Wellen gleichlaufend ist. Darnach gestaltet sich die Form eines Zahnes, wie Figur 6 zeigt.

Von den Hemmungen der großen Uhren.

Der Graham'sche Anker.

Der Anker einer Uhr soll die Kraft des Hemmungsrades auf das Pendel übertragen und das Rad in seinem Gange aufhalten, damit in regelmäßiger Zeit Zahn nach Zahn durchgehen kann.

Der Theil des Ankers, auf den die Kraft des Zahnes ihren Einfluß übt und sich dem Pendel mittheilt, heißt die Palette. Jeder Anker hat deren zwei.

Fig. 7. zeigt uns einen richtigen Graham-Anker. Die Welle des Ankers ist etwas mehr, als um den Halbmesser des Hemmungsrades von der Zahnspitze desselben entfernt.

Man kann freilich auch eine größere Entfernung nehmen und wird dadurch mehr Kraft erhalten, weil der vom Rade zu bewegende Hebel länger wird, aber dann giebt der Fall der Zähne auf den Anker diesem eine Erschütterung, welche sich dem Pendel mittheilt und dessen Schwingungen beeinträchtigt. Liegt der Anker aber tiefer, als in der angegebenen Entfernung, so erfordert die Hemmung wiederum mehr Kraft.

Wenn man bestimmt hat, über wie viele Zähne der Anker fassen soll, so denke man sich, vom Mittelpunkte der Ankerwelle aus, einen Kreisbogen a b, der die Spitzen dieser Zähne trifft. Dann einen um die halbe Zahnweite engeren Bogen c d, der mit dem ersten zusammen die Arme des Ankers bildet. Um die Paletten oder Hebungsflächen der Arme zu finden, ziehe man von e, der Mitte der Ankerwelle aus, nach jedem Arme zwei gerade Linien, wovon die beiden ersten, e f und e g, den äußeren Bogen, an der Spitze der Zähne berühren, die beiden anderen, e h und e i, sich aber um so viel von den ersten entfernen, als erforderlich ist, mit ihnen einen Winkel von der halben Größe des Schwingungsbogens des Pendels, den man haben will, zu bilden. Die Entfernung der Linien an beiden Armen muß gleich sein, damit nicht eine Palette mehr Hebung habe, als die andere. Da wo der Zahn auf dem äußern Bogen des Ankers ruht, muß die zweite Linie e h der Mitte des Rades näher, und bei dem andern Arme die Linie e i um eben so viel mehr von ihr entfernt liegen. An jedem Arme bildet die Linie von der Spitze des Zahnes nach dem Punkte, wo die Linie e h an einer, und e i an der andern Seite den innern Bogen trifft, die Palette. In Fig. 7 also f h und g i.

Wenn das Pendel einen größeren Schwingungsbogen machen soll, so müssen die Winkel f e h und g e i nicht so spitz sein. Die Paletten werden aber dann schräger, d. h. ihre Richtung entfernt sich mehr von der Mitte der Ankerwelle, und die Uhr muß mehr Kraft gebrauchen, um sie zu heben.

Der Stiftengang.

Wenn auch anders in der Form, so ist doch die Wirkung, Kraft und Reibung des Stiftenganges ganz dieselbe, wie die des Graham'schen. Statt der Zahnspitzen beim Grahamgang sind hier mit der Welle des

Rades gleichlaufende Stifte in dem Hemmungsrade; und statt daß beim Ankergang die Paletten mehrere Zähne von einander entfernt sind, liegen sie beim Stiftengang nahe beisammen und lassen den Zahn des Rades von einer Palette gleich zur andern gehen.

In Fig. 8 ist ein Stiftengang dargestellt. Die Richtung der Arme ab und cd ist so, daß sie den Umkreis, oder die Peripherie des Rades rechtwinkelig durchschneidet. Wie beim Graham-Anker, so sind auch hier die beiden Arme nach Kreisbogen geformt, welche von dem Mittelpunkte der Welle aus gebildet sind. Doch muß der eine Arm seinem Centrum so viel näher liegen, daß zwischen seinem äußern Bogen und dem innern des andern Armes ein Stift des Rades eben frei hindurch kann. Ebenfalls müssen beide Arme zusammen genommen auch nur so viel Raum zwischen zwei Stiften übrig lassen, als zu ihrer freien Bewegung erforderlich ist. Die Paletten schneiden die Arme in derselben Richtung ab, wie beim Graham-Anker; und das Verhältniß ihrer Winkel zu dem Schwingungsbogen des Pendels ist ganz dasselbe.

Die Lage der Paletten ist derart, daß ein Stift, wenn er die innere Palette verläßt, nahe an der äußeren Palette, noch knapp auf den Ruhebogen fällt.

Bei allen Stiftengängen, die ich bis jetzt gesehen habe, lag der Anker schräge und hängt auf solche Weise also außer seinem Schwerpunkt; dadurch giebt er der Pendelschwingung nach einer Seite hin mehr Kraft und stört sie durch sein Gewicht nach der entgegengesetzten Seite. Diesen Uebelstand kann man leicht beseitigen; entweder, indem man den Anker so weit von der senkrechten Lage über der Radwelle abweichen läßt, als der Halbmesser des Rades ist, (das Rad bis zu den Stiften gemessen); oder, wenn dazu zwischen den Platinen nicht Platz genug ist; indem man an der runden Scheibe des Ankers, mit welcher er auf der Welle befestigt ist, ein Gegengewicht anbringt, wie Fig. 8 bei f zeigt. Je weiter von der Welle entfernt, desto schwerer wiegt die

Messingschraube, also läßt sich hiermit sehr leicht das Gleichgewicht herstellen.

Ein anderer Stiftengang. (Siehe Fig. 9.)

In dem Stiftengange, der soeben beschrieben ist, sind die Stifte des Rades in einem Kreise und an einer Seite. Man hat aber auch Räder, deren beide Seiten Stifte haben. In solcher Hemmung geht die Radscheibe zwischen den Ankerarmen durch, und die Stifte einer Seite berühren auch nur den Ankerarm derselben Seite. Die Arme nehmen so weit den Raum zwischen zwei Stiften der verschiedenen Seiten ein, daß sie sich noch frei bewegen können. Ihre Bogen sind sich gleich, daher auch beide Arme gleich weit von ihrer Welle entfernt. In dem vorher beschriebenen Gange giebt jeder Stift zwei, in diesem aber nur eine Pendelschwingung; deshalb müssen, wenn sonst die Berechnung dieselbe ist, hier auch doppelt so viele Stifte im Rade enthalten sein. In der Mitte zweier Stifte der einen Seite hat immer ein Stift der andern Seite Platz. Sie befinden sich aber nicht auf einem und demselben Kreise, sondern auf einer Seite liegt ihr Kreis um den Durchmesser eines Stiftes dem Mittelpunkte des Rades näher; also würde ein Kreis, zwischen beiden in der Mitte gedacht, alle Stifte berühren, und zwar die des inneren Kreises an ihrer Außenseite, und die des äußeren Kreises mit ihrer inneren Seite. Diese Lage der Stifte ist deshalb so eingerichtet, weil die Stifte des inneren Kreises mit ihrer vom Mittelpunkte des Rades entferntesten Seite, und die des äußeren Kreises mit ihrer inneren Seite die Paletten berühren, und der Hebel des Rades auf solche Weise ein gleichmäßiger wird.

Die freien Hemmungen.

A) Mit einem einfachen Hemmungsrade.

Der Graham- und der Stiftengang haben den Nachtheil, daß während der Ruhe eine, wenn auch nur geringe Reibung stattfindet. In den freien Hemmungen ist auch diese Reibung beseitigt, indem man die Ruhe von dem Anker auf ein anderes Stück verlegt hat, welches selbst keine Bewegung zu machen hat und nicht unmittelbar mit dem Anker verbunden ist.

Das Hemmungsrad ist, wie Fig. 10 zeigt, eben so geformt, wie das des Grahamganges.

Der Arm BC des Ankers ist vom Centrum aus kreisförmig gebogen. Er trägt einen leicht fallenden Fuß Fe, der auf einem Stifte ruht und von einer sehr schwachen Feder CF niedergedrückt wird. Bei a ist ein Einschnitt in dem Arm, der in seiner geraden Fläche ein glashartes, fein polirtes Stück Stahl hat, welches durch die Schraube b befestigt wird. Besser ist aber noch, wenn man statt des Stahls eine Rubinplatte nimmt, oder an betreffender Stelle einen Rubinzahn einsetzt. Dc ist ein kleiner Anker, der auf einer Welle befestigt ist, die mit ihren Zapfen in der Hinterplatine und dem Kloben G geht. hi ist eine schwache Feder, welche den Anker Dc gegen den Stift k drückt.

Die ganze Hemmung geht hinter den Platinen. Ihr Spiel ist folgendes:

Der Zahn des Hemmungsrades ruht auf dem kleinen Anker bei D. Schwingt nun der Anker ABC in der Richtung von B nach C, so nimmt der Fuß Fc den Arm des Ankers Dc so weit mit, daß der andere Arm bei D sich so hoch gehoben hat, um den Zahn des Rades durchzulassen. Das Rad stößt dann gegen die Palette a und giebt dadurch dem Anker Kraft zu seiner Schwingung. Der Zahn schiebt den Anker, bis er die Palette nicht mehr erreichen kann und von ihr abgleitet;

ein anderer Zahn fällt dann gegen die Ruhe des kleinen Ankers bei D, denn die Feder hat den Anker Dc sogleich, nachdem er den Zahn durchgelassen hatte, wieder gegen den Stift k gedrückt und ihn also wieder in seine frühere Stellung gebracht. Schwingt der Anker von C nach B zurück, so berührt er keinen Zahn des Hemmungsrades, nur der Fuß Fc trifft den kleinen Anker bei c, geht aber ohne Wirkung, indem er von Dc gehoben wird, vorüber.

Man sieht hieraus, daß das Pendel nur in jeder Doppelschwingung (einmal hin und zurück) vom Hemmungsrade Kraft zu seiner Bewegung erhält. Wenn das Pendel Sekundenschwingungen macht, so wird das Hemmungsrad nur alle zwei Sekunden um einen Zahn weiter rücken.

Ich habe der Fig. 10 ein Rad mit 8 Zähnen gegeben; hier folgt die Berechnung einer Pendule, in welcher diese Konstruktion angewandt werden kann.

Eine Achttageuhr.

Im Federhause	80	Zähne,				
„ Beisatzrade	80	„	mit einem	Trieb	10,	
„ Großbodenrade	64	„	„	„	„	10,
„ Kleinbodenrade	60	„	„	„	„	8,
„ Sekundenrade	60	„	„	„	„	8,
„ Hemmungsrade	8	„	„	„	„	8.

Im Schlagwerk, wenn man es in der Uhr anbringen will:

Das Federhaus	80	Zähne,				
„ Beisatzrad	80	„	und ein	Trieb	10,	
„ Hebnägelrad	64	„	„	„	„	8
					und 8	Hebungsstifte,
„ erste Anlaufrad	64	„	und	Trieb	8,	
„ zweite „	64	„	„	„	8,	
der Windfang mit einem Trieb 8.						

Die Pendellänge ist 9 Zoll 6 Linien; daher macht das Pendel in einer halben Sekunde eine Schwingung, in einer Sekunde eine hin und eine zurück; also geht das Hemmungsrad in der Sekunde um einen Zahn weiter.

B. Die freie Hemmung mit einem Doppelrade.

Diese Hemmung unterscheidet sich von der vorherbeschriebenen, wie die Ueberschrift schon andeutet, erstlich dadurch, daß der Gang zwei Hemmungsräder, ein größeres und ein kleineres hat, welche, ohne sonst verbunden zu sein, auf einer und derselben Welle befestigt sind. Das größere Rad dient nur dazu, die Ruhe herzustellen. Das kleinere allein giebt der Palette den Stoß, durch welchen das Pendel in Bewegung erhalten wird.

Der Gang geht auf solche Weise bedeutend leichter, als mit einem Hemmungsrade, denn das kleinere Rad wirkt mit mehr Kraft, weil sein Hebel (der Radius) kürzer ist. Aus dem entgegengesetzten Grunde ist das größere Rad leichter zu halten in der Ruhe, und folglich die Ruhe auch wieder leichter zu lösen, als bei einem kleineren Rade; denn einen langen Hebel hemmt man leichter in seiner Bewegung, als einen kürzeren, wenn an dessen gleicher Welle die gleiche Kraft wirkt.

Ein zweiter Vortheil, wenn man diese Hemmung nämlich bei einer Gewichtsuhr anwendet, ist der, daß man den Arm des kleinen Ankers, an dem die Auslösung der Ruhe bewirkt wird, verlängert, wodurch die Auslösung bedeutend erleichtert wird. Der Fuß, der in Figur 10 auf dem Hemmungsbogen angebracht war, muß dann freilich höher liegen; deshalb ist auf der Mitte der ganzen Länge des Ankers ein Querstück oder -Kreuz angebracht, auf welches man, statt des in voriger Hemmung angewandten Fußes, eine Feder schraubt, die an ihrem Ende einen Rubinzahn hat, welcher, wie in Figur 11 zu ersehen ist (statt des Fußes in Fig. 10), die

Auslösung bewirkt. Die Feder liegt in der Nähe des Rubinzahns auf einer Schraube, damit sie ihre Lage behält. Statt der Feder, welche den kleinen Anker niederdrückt, kann man besser ein kleines verschiebbares Gewicht anbringen, welches dahin zu reguliren ist, daß es nur leicht den Anker der Ruhe niederhält. Das Gewicht, oder der Arm, an dem es angebracht ist, fällt gegen das Ende einer Schraube, welche, in einem Kloben befestigt, sich höher, oder tiefer schrauben läßt, und somit die Tiefe des Einfalles der Ruhe in das Rad, regulirt.

Nach Obigem halte ich es nicht mehr für nöthig, die einzelnen Theile der Fig. 11, welche uns die hier beschriebene Hemmung darstellt, noch mit Zeichen zu benennen und zu erklären.

Bei astronomischen Pendeluhren wird diese Doppelrad-Hemmung allgemein angewandt.

Will man eine Achttageuhr mit dieser Hemmung machen, so kann man folgendes Verhältniß der Zähne nehmen:

Das Walzenrad	160	Zähne,				
„ Großbodenrad	80	„	mit einem	Trieb	10,	
„ Kleinbodenrad	75	„	„	„	„	10,
„ Sekundenrad	60	„	„	„	„	10,
Jedes Hemmungsrad	10	„	„	„	„	20.

Auf der Walze 15 Umgänge der Gewichtsschnur. Für die Welle des Hemmungsrades ist hier ein Trieb mit 20 Zähnen am besten angewandt, weil die Räder 10 Zähne haben, und also jeder Triebzahn der Bewegung eines Radzahnes entspricht, wodurch eine größere Regelmäßigkeit im Gange hervorgebracht wird.

Damit die Zapfen der Hemmung weniger Reibung haben, macht man sie nicht cylindrisch, sondern konisch, wie Fig. 12 zeigt. Das Ende derselben läuft gegen einen Deckstein.

Die Hemmung ohne Ankergabel.

Wir wissen, daß in jeder Hemmung, in welcher die Gabel in die Stange des Pendels faßt, um dasselbe in seinen Schwingungen zu erhalten, der Anker leichter einschlägt und das Pendel nicht so frei schwingt, wie es ohne Gabel geschehen würde, und daß das Oel an der Gabel leicht dick wird, was ebenfalls die Schwingungen stört und unregelmäßig macht.

Man hat schon verschiedene Einrichtungen getroffen, um dieses alles mehr zu vermeiden. Die hier folgende Weise ist leicht ausführbar und zugleich zweckentsprechend.

Dem Werke der Uhr gebe man die umgekehrte Stellung, als es sonst hat, oder mit andern Worten, man stelle es auf den Kopf, daß sich oben das Walzenrad und unten die Hemmung befindet. Auf die Ankerwelle setze man einen gleicharmigen Hebel, an dessen Enden eine Seidenschnur, mit einem kleinen Messinggewicht daran, befestigt wird. Wenn der Anker in Ruhe ist, hat der Hebel eine wagerechte Lage. Die von Größe und Schwere gleichen Gewichte an den gleichlangen Fäden können seine Lage nicht verändern.

An der Stange des Pendels, welches unterhalb des Ankers hängt, befindet sich, gerade unter dem Hebel der Ankerwelle, ein eben so langer Arm, mit zwei harten, etwas gerundeten und polirten Stahlspitzen, die nach den Gewichten zeigen und nur wenig von ihnen entfernt sind. Die Form der kleinen Gewichte ist in Fig. 13 bezeichnet. Damit sie nicht von den Spitzen heruntergleiten, sind sie unten etwas vertieft, wie a im Durchschnitt zeigt. Die kleinen Flächen, welche bei ihrem Sinken auf die Stifte b, b stoßen, versieht man mit einem Rubin.

Die Stahlspitzen und Steine der Gewichte bekommen kein Oel.

Wird das Pendel in Bewegung gesetzt, so hebt eine Stahlspitze das kleine Gewicht an seiner Seite, und der Hebel senkt sich nach der andern Seite. Der Zahn des Rades theilt dem Anker, der dieselbe Bewegung des Hebels c d hat, seine Kraft mit, wodurch das Gewicht der betreffenden Seite einen Stoß auf den Stift ausübt und somit die Pendelschwingungen unterhält.

Durch die Fäden, an denen die Gewichte hängen, wird bewirkt, daß der Arm, dessen Gewicht aufstößt, von seiner Schwere verliert, und der andere dadurch mehr Kraft erhält.

Von den elektrischen Uhren.

Der Elektromagnetismus wurde im Jahre 1820 von Professor Oersted in Kopenhagen entdeckt. Im Jahre 1839 wurde diese Kraft zuerst von Steinheil in München mit Uhren in Verbindung gebracht.

Das Wesen des Elektromagnetismus gründlich zu erklären, würde hier zu weit führen; ich werde mich kurz darauf beschränken, nur die Anwendung dieser Kraft bei großen Uhren zu erwähnen.

Mit dem Namen elektrische Uhren bezeichnet man erstens solche, die ohne eine andere Kraft und nur durch den elektromagnetischen Strom in ihrer Bewegung erhalten werden;

zweitens solche, denen vermöge dieses Stromes die Bewegungen einer Gewichtsuhr, als Normaluhr, mitgetheilt werden.

Bei der ersteren Art wirken die gegenseitigen Pole des Elektromägneten durch Abstoßung auf das Pendel, indem bei jeder Schwingung der Strom unterbrochen und wieder hergestellt wird. Diese Uhren gehen ungestört fort, so lange die Batterie die Fähigkeit hat, den galvanischen Strom zu erzeugen.

Die andere Art der elektrischen Uhren findet man häufiger. Sie haben selbst keine bewegende Kraft. Durch den Strom einer Batterie werden ihre Zeiger in Uebereinstimmung mit denen einer Normaluhr gehalten.

Eine solche Uhr besteht nur aus den nöthigen Wechselrädern und einem Rade, auf welches die Bewegungen der Normaluhr übertragen werden.

Die ganze Einrichtung kann folgender Weise sein: In der Normaluhr bringe man zwei übereinander liegende Kupferarme an, von denen der unterste festgeschroben ist und seine Lage nicht verändert, der oberste aber, wenig von dem ersteren entfernt, einen beweglichen Hebel bildet, welcher von einem kleinen, auf der Welle des Sekundenrades befestigten Zahn in jeder Minute gehoben und fallen gelassen wird; indem er fällt, muß er den unteren festliegenden Arm berühren. Durch eine kleine Feder wird er sogleich wieder in seine frühere Lage gebracht und von dem andern, festen Arm wieder getrennt. Hierdurch wird die Verbindung und Unterbrechung des Stromes bewirkt. Die Kupferarme müssen gut isolirt sein durch Elfenbein, damit sie die Theile der Uhr nicht berühren und dadurch den Strom ableiten. Der bewegliche Arm ist durch einen Kupferdraht mit der Batterie verbunden; wenn diese aus Kupfer und Zink besteht, geht er von der Kupferplatte aus, denn die Strömung geht vom Kupfer nach dem Zink über. Der feste, oder untere Arm leitet vermittelst eines Kupferdrahtes den Strom nach einem Elektromagneten, der sich in der elektrischen Uhr befindet, woselbst er, wenn die Kupferarme in der Normaluhr sich berühren, einen zweiarmigen Hebel anzieht, der auf einer Welle sitzt und an seinem andern Ende mit einem Haken in die Zähne eines Steigrades faßt und dieses einen Zahn zur Zeit fortzieht.

Eine sichere Konstruktion nach Garnier ist in Figur 14 dargestellt.

Zwischen einer Messingplatine und einem Klobeu geht das Hemmungsrad A, mit 60 Zähnen, auf dessen

verlängerter Welle das Minutenrohr mit dem Zeiger sitzt. B ist ein Sperrhaken, welcher die Rückbewegung des Steigrades verhindert.

C ist der Hebel, der mit dem Arme D in das Rad faßt und es fortzieht, wenn sein anderer Arm E von dem Elektromagneten angezogen wird.

Fig. 15 zeigt uns den Hebel deutlicher. Der Haken F an dem Hebel dient dazu, das Rad, wenn es von D angezogen wird, wieder zu halten, damit nicht mehr als ein Zahn zur Zeit fortgerückt werde.

G ist der Elektromagnet; seine Windungen, von mit Seide übersponnenem Kupferdraht, verbinden sich, die des einen Poles mit der Batterie und zwar mit dem Zink, die des andern Poles mit dem unteren Kupferarme der Normaluhr.

H ist eine Eisenplatte, an welcher die Zugstange I befestigt ist, die mit dem Hebel C an dessen Arm E verbunden ist.

Die Eisenplatte H wird von der Feder K etwas gehoben, damit sie nicht anders als durch Anziehung mit dem Elektromagneten in Berührung komme.

Wenn nun der Strom dadurch hergestellt wird, daß der obere Kupferarm der Normaluhr den untern trifft, so zieht der Elektromagnet G die Platte H an, diese also auch den Hebel, der mit dem Haken bei D das Rad um einen Zahn fortzieht.

Die Entfernung der Platte H vom Elektromagneten muß der Zahngröße des Steigrades angepaßt sein, damit die Bewegung des Hakens D nicht zu groß sei.

Da in jeder Minute die Kupferarme der Normaluhr sich berühren und dadurch der Strom hergestellt wird, so rückt auch der Zeiger der elektrischen Uhr jede Minute weiter. Deshalb sind dem Steigrade 60 Zähne gegeben.

Das Verhältniß der Wechselrader (Fig. 16) ist das gewöhnliche.

Von den Spieluhren.

Gewöhnlich sind es Schwarzwalder Uhren, denen ein Spielwerk beigefügt ist, welches mit der Uhr in keiner weiteren Verbindung steht, als daß es von dem Schlagwerke ausgelöst wird.

Es ist wohl selten, daß ein Uhrmacher eine neue Spieluhr macht, aber oft kommt es vor, daß eine alte reparirt werden soll und dabei auch andere Musik verlangt wird, als die, welche auf der alten Walze war.

Wenn man Noten und etwas Musik kennt, ist es nicht schwierig, auf eine Walze andere Stücke zu setzen. Man zähle die Takttheile des Stückes und theile dann den Umfang der Walze durch Linien der Länge nach in so viele gleiche Theile, als Vierteltakttheile im Stücke enthalten sind, wobei man für eine Pause nach dem Schlusse etwas Raum zurück läßt. Darnach merke man durch feine Kreise um die Walze, wo jeder Ton des Registers liegt. Nach dieser Vorbereitung ist es leicht, die Stifte richtig zu setzen. Die Dauer des Tons, oder der Werth der Note wird durch Klammern gesetzt, die so lange die Tasten der Flöten heben, bis der Ton seinen vollen Werth angehalten hat. Eine ganze Note würde demnach eine Klammer von einem bis zum fünften

Striche, zwiſchen denen vier Viertel liegen, erfordern. Die Stifte der Achtelnoten, denen eine punktirte Viertelnote (♩.) vorherging, kommen zwiſchen den Viertelſtrichen zu liegen u. ſ. f.

Noch leichter hat man es, wenn man ein Stück Papier nach dem Umfange der Walze abmißt und hierauf die Eintheilung durch Punkte und (für die Klammern) durch Striche bezeichnet; nachdem dieß fertig iſt, wird es auf die Walze geklebt und die Stifte an den bezeichneten Stellen eingeſetzt und dann abgedreht, damit ſie gleiche Höhe haben.

Von den Taschenuhren.

Die Berechnung der Zeit, welche eine Taschenuhr geht, sowie der Anzahl der Schwingungen, welche sie in einer Stunde macht, geschieht ganz auf dieselbe Weise, wie es schon für große Uhren angegeben ist.

Die Feder und das Federhaus.

Sämmtliche Taschenuhren haben als Triebkraft eine gehärtete und gewundene Stahlfeder, welche aufgezogen werden muß. Die Feder ist in einem Gehäuse eingeschlossen, durch welches eine Welle geht, die mit einem Haken in das innere Ende der Feder faßt. Das andere Ende der Feder ist an der Wand des Gehäuses eingehakt. Das Federhaus, dessen Durchmesser der Größe der Uhr angemessen ist, wird zum dritten Theile seines innern Raumes von der Feder ausgefüllt, welche, um die richtige Stärke zu haben, in unaufgezogenem Zustande 13 bis 15 Umgänge hat. Der Kern des Stiftes, um welchen beim Aufziehen sich die Feder legt, nimmt ebenfalls $\frac{1}{4}$ des Raumes ein. Das übrige Drittheil bleibt leer, um der Feder für ihre Windungen

Platz zu lassen. Mit dem angegebenen Verhältniß läßt sich die Feder fünf Umgänge aufziehen.

Die Schnecke.

Eine ganz aufgezogene Feder hat mehr Kraft, als wenn sie bald abgelaufen ist. Daher würde die Uhr mit den ersten Umgängen der Feder schneller, und mit den letzteren langsamer gehen. Diese Ungleichheit wird durch die Schnecke regulirt. Eine Kette, welche in das Federhaus mit dem einen und in die Schnecke mit dem andern Ende gehakt ist, legt sich beim Aufziehen der Schneckenwelle in die eingeschnittenen Umgänge der Schnecke und wickelt sich von dem Federhause, dasselbe mit herumziehend, ab, bis die Feder aufgezogen ist. Die Windungen der Schnecke, welche die ersten Umgänge aufnehmen, haben größern Durchmesser, als die, in welche die letzten Umgänge der Kette sich legen, daher zieht die Feder, ganz aufgezogen, an den kleineren Windungen, also an einem kleineren Hebel; und wie sie mehr und mehr abläuft, an immer größeren Umgängen der Schnecke. Dadurch wird die Kraft der Feder, die beim Ablaufen nachläßt, wieder ersetzt. Um dieses in ein richtiges Verhältniß zu stellen, wird die Feder mit einer Abgleichstange in allen Umgängen abgewogen; zieht sie vor dem Ablaufen schwächer, so wird sie etwas mehr angespannt, im Gegentheil umgekehrt.

Häufig ist es mir vorgekommen, daß der Kettenhaken, welcher ins Federhaus faßt, sich zur Seite legte, weil das Loch rund und zu groß war. Es mag hier am Platze sein, kurz anzudeuten, auf welche Weise man das Hakenloch einrichtet, um ein Umlegen der Kette zu verhüten. Fest an dem Rande des Federhauses bohrt man mit einem Zapfenbohrer drei kleine Löcher, so eng wie möglich, aneinander, und in derselben schrägen Richtung, in welcher der Haken liegt. Darnach nimmt man eine Zapfenreibahle und reibt sie auf, bis ihre Zwischen-

wände wegfallen und sie also ein sehr schmales längliches Loch bilden, in welches genau der Haken paßt.

Jeder Uhr mit Federkraft, von der man einen richtigen und regelmäßigen Gang verlangt, sollte man auch eine Schnecke geben, wenn nicht die Feder wenigstens doppelt so viele Umgänge um ihren Stift hat, als gebraucht werden, wodurch aber auch das Federhaus dann einen bedeutend größern Durchmesser erfordert, als es in gewöhnlichen Uhren hat. Mit dem Federhause gewöhnlicher Größe geht ohne Schnecke die Uhr nicht so regelmäßig, als mit Schnecke, denn die Federkraft wirkt immer mit ungleicher Stärke auf das Werk, und das Echappement beschleunigt, ganz aufgezogen, die Schwingungen der Balance, welche mit dem Ablaufen auch wieder nachlassen.

Damit die Feder sich nicht ganz aufziehen läßt und dadurch dem Zerspringen leicht ausgesetzt wird, oder man Gefahr läuft, die Kette zu zerreißen, läßt man ein an der Schnecke befestigtes vorstehendes Stück Stahl, Schneckenschnauze genannt, gegen eine Stellung fassen, welche von dem letzten Ende der Kette beim Aufziehen niedergedrückt und dadurch in die Ebene der Schneckenschnauze gebracht wird. Doch sind die Einrichtungen der Stellungen verschieden. Bei vielen Uhren, z. B. Cylinder- und Ankeruhren, besteht sie gewöhnlich aus einem Zahne an der Aufzugswelle, der in ein fünfzahniges Rad faßt und dieses mit jedem Umgange einen Zahn fortschiebt, bis zu dem Zahne des Rades, der statt einer Hohlkante, wie die andern haben, eine erhabene Rundung hat, gegen welche sich die Rolle des Stellungszahnes stützt.

Die Spindeluhren.

Die älteste Einrichtung der Echappements von allen, jetzt gebräuchlichen Uhren ist die Spindelhemmung. Ein Steigrad mit spitzen Zähnen in vorgeneigter Lage

faßt an die Lappen oder Paletten der Spindel. Diese ist eine dünne Welle, an welcher sich zwei von einander entfernte, mit ihrer innern polirten Fläche einen Winkel von 95° bildende Paletten befinden. Die Spindel steht senkrecht vor dem wagerecht liegenden Steigrade, so daß eine Linie, welche die verlängerte Steigradswelle bildet, gerade auf die Spindelwelle trifft.

Um den Gang einzurichten, stellt man die Spindel mit abgewandten Paletten vor das Steigrad und schiebt dieses dann so weit vor, als es angeht, ohne daß es in seinem Umlauf die Spindel berührt. Kehrt man nun die Lappen der Spindel dem Steigrade wieder zu, so ist die Tiefe des Ganges richtig. Geht aber der Gang noch nicht durch, so sind die Lappen der Spindel, wenn sie sonst in richtigem Winkel stehen, zu breit und müssen abgeschliffen werden, bis das Steigrad durchgehen kann.

Ist die Spindel im Winkel von 95° und das Steigrad so tief vorgelegt, als es angeht, so ist die Hebung der Spindel 40 Grad, der Ausschwung geht bis 210 Grad und der Rückerflügel, an dem die Anprallung geschieht, ist 150 Grad.

Weil das Steigrad, um in die Spindel zu fassen, wagerecht zwischen den Platinen liegt, ist wieder ein Rad mit aufstehenden Zähnen erforderlich, welches in das Trieb des Steigrades eingreift. Nach seiner Form wird es das Kronrad genannt. Wenn die Steigradswelle neben der Welle des Kronrades liegt, so geht daraus hervor, daß die Zähne des Kronrades nicht in der Richtung nach der Kronradswelle hin eingeschnitten sein dürfen, sondern eben in derselben Richtung, wie sie die Lage der Steigradswelle bezeichnet. Auch muß selbstverständlich das Wälzen der Zähne in derselben Richtung geschehen. Genau genommen sollte auch das Trieb des Steigrades nicht cylindrisch, sondern konisch sein, nach der Welle des Kronrades hin kleiner werden, denn das Kronrad faßt mit einem größeren Durchmesser in der Mitte des Eingriffs als zu Anfang und zu Ende, da seine Zähne einen Bogen beschreiben, der sich der gera-

den Linie des Steigradstriebes nähert und davon entfernt. Auch faßt beim Eingehen in das Trieb und beim Ausgehen der Zahn nicht mit seiner ganzen Seitenbreite, sondern nur mit der Kante der Fläche, die der Welle des Kronrades am nächsten liegt, wodurch ebenfalls der Durchmesser des Rades hinsichtlich des Eingriffs verkleinert wird.

Die Cylinderhemmung.

Die Cylinderhemmung ist im Jahre 1720 zuerst von Graham gemacht; sie ist auch ganz nach den Regeln des Graham'schen Ankers konstruirt, mit dem Unterschiede der Form, daß die Paletten des Ankers sich hier an dem Rade befinden. Die Arme des Ankers sind die Halbmesser des Cylinders; also im Verhältniß bedeutend kürzer, und der Gang bedarf daher mehr Kraft und hat mehr Reibung, als ein Ankergang.

Der schräge geschnittene Zahn des Rades hebt an beiden Seiten den Einschnitt des Cylinders und ruht abwechselnd vor seinem Eintritt in denselben auf der äußeren, vor seinem Austritt auf der inneren Seite.

Um einen Cylinder zu verfertigen, nehme man guten Rundstahl, etwas stärker, als der Cylinder werden soll, bohre vor dem Drehstuhl ein Loch, in dessen Durchmesser der Zahn des Rades paßt. Dann kürze man das Rohr ab und reibe das Loch mit einer Reibahle glatt, darnach stecke man die Hülse auf einen Messingstift und feile sie in der Länge, wo der Zahn gehen soll, bis kaum zur Hälfte ein. Diesen Einschnitt feile man abermals, aber mit einer ganz schmalen Feile, an dem unteren Ringe halb ein, damit der flache Arm des Rades, der den Zahn trägt, frei durchpassiren kann. Die Seite des Einschnitts, an welcher der Zahn in den Cylinder hineintritt, darf nicht gerundet sein, sondern muß nach innen abgeschrägt werden. Die andere Seite kann man runden. Wenn der Cylinder so weit fertig ist, wird er

auf einen Stahldraht gesetzt und gehärtet, am besten in lauwarmem Wasser. Darnach stecke man in jedes Ende einen Eisenstift, der nur bis zum Einschnitt reicht und diesen frei läßt. Mit einer Spiritusflamme erwärmt man die Eisenstifte, bis sie blau anlaufen und die Enden der Hülse also auch blau sind, die Mitte wird gelb bleiben, da die Stifte nicht so weit reichen, und sind also härter als die Enden. Nach dem Anlassen wird die innere Seite auf einem Drehstift fein geschliffen und auf einem Kupferdraht polirt. Darnach polirt man auch die Außenseite. Die Tampons kann man aus Rundstahl, den man vorher härtet und anläßt, anfertigen, bequemer und leichter aber noch aus dem Angel einer abgebrochenen Zapfenreibahle, da derselbe gleich eine passende Härte hat und aus gutem Stahl gemacht ist. Man drehe ihn ab und schleife nach, bis er in die Hülse paßt, darnach dreht man die Welle an, kürzt sie ab, polirt das innere Ende flach auf der Schraubenpolirmaschine und schlägt den fertigen Tampon vorsichtig ein, an welchem nun die Zapfen rollirt werden. Beim Puzzen, Drehen und Zapfenrolliren kann man aus Vorsicht den Cylinder mit Schelllack füllen, damit er nicht zerbreche. Nachdem alles fertig ist, löst man in gutem Spiritus den Schelllack wieder auf, bis er sich abbürsten läßt.

Die Hebung des Ganges ist 40 Grad; jeder Zahn hebt, wenn er eintritt, 20° und wenn er austritt 20°.

Die Cylinderuhren sind wegen ihrer flachen Bauart beliebt und am meisten im Gebrauch. Sie haben keine Schnecke und Kette, und ihre Hemmung hat mehr Reibung, als die Spindelhemmung; daher würde eine Spindeluhr, wenn sie sonst eben so gut gearbeitet wäre und ihr Echappement in Steinlöchern ginge, besser und richtiger gehen, als eine Cylinderuhr.

Die Ankerhemmung.

Die Ankerhemmung der Taschenuhren ist ganz dieselbe, wie die der großen Uhren. Nur die Lage des Rades und des Ankers ist hier wagerecht, mit der Platine gleichlaufend, während sie bei großen Uhren hängend ist, da auch die Uhren aufrecht stehen.

Zu merken ist aber: Je länger die Ankergabel ist, desto größere Schwingungen macht die Balance, desto mehr Kraft muß aber auch wieder angewandt werden. Je kürzer die Gabel, desto leichter geht der Gang.

Soll aber die Balance eine Hebung von 40° erhalten, so muß die Länge der Gabel, von dem Mittelpunkte der Ankerwelle bis zu dem Einschnitte, der den Stein der Unruhwelle faßt, sich zu der Entfernung dieses Steines von dem Mittelpunkte der Balancewelle wie 4 zu 1 verhalten.

Die Ankerpaletten müssen jede 5 Grad Hebung haben, dann ist der Bogen, den die Gabel macht, 10°, und die Balance erhält also 40° Hebung.

Die Paletten des Ankers messen etwas weniger, als den halben Zwischenraum zweier Zähne des Hemmungsrades. (Wie beim Graham-Anker der großen Uhren.)

Die Entfernung der äußeren Seite der Ruhe von der inneren ist, so groß, als von der Angriffsseite eines Zahnes über zwei Zähne hinweg bis an die Mitte der Lücke.

Statt des Ausschnitts in der Gabel haben viele, besonders englische Uhren einen gezahnten Bogen (Rechen), und statt der Roulé-Palette der Unruhwelle hat diese ein Trieb, in welches der Rechen greift, und so die Schwingungen der Balance bewirkt. Da aber der Rechen das Trieb nie losläßt, daß die Balance frei schwinge, so verursacht diese Einrichtung viel mehr Reibung, als die erstere; und ist daher die mit eingeschnittener Gabel der letzteren Konstruktion vorzuziehen.

Die Anker-Hemmung.

In Fig. 17 ist zu ersehen, daß das Hemmungsrad zwei verschiedene Zahnreihen hat. Die äußeren Zähne liegen in einer Ebene mit dem Rade, die inneren aber stehen erhöht, damit sie den Daumen der Unruhwelle a fassen können, ohne daß dieser die Fläche des Rades berührt.

Die Angriffsfläche der erhöhten Zähne liegt immer in der Mitte zwischen zwei der äußeren Zähne. Die Welle der Balance hat einen Einschnitt b, in welchen der äußere Zahn faßt, und einen Daumen a, den der folgende innere Zahn faßt, wenn der äußere den Einschnitt wieder verläßt.

Die Welle bildet an ihrem Umkreis, in welchem der Einschnitt liegt, die Ruhe, daher ist es besser und am dauerhaftesten, wenn dieses Stück der Welle aus Rubin gemacht ist.

Das Rad kann man aus Stahl, oder hartgeschlagenem Messing machen.

Der Daumen a, aus Stahl gemacht, muß glashart sein.

Die Rubinwelle b, mit dem Einschnitt, muß in ihrem Durchmesser den dritten Theil der Entfernung der äußeren Zahnspitzen von einander messen.

Die Linie von der Spitze des Daumens nach dem Mittelpunkte der Welle muß mit der Linie vom Ausschnitt nach dem Mittelpunkte einen Winkel von 40° bilden.

Der Daumen muß, wenn das Rad in Ruhe ist, die Spitzen der beiden nächststehenden inneren Zähne frei vorbei gehen; seine Länge vom Mittelpunkte der Welle bis zu seiner Spitze ist daher etwas mehr, als der Halbmesser der Rubinwelle und die Länge eines äußeren Zahnes zusammen genommen. Die Angriffsfläche des Daumens ist etwas nach innen gebogen, aber nur sehr wenig.

Der innere Zahn darf nicht früher den Daumen fassen, als bis dieser seine Angriffsfläche nach dem Mittelpunkte des Rades gerichtet hat, so daß er mit 10 Grad Fall ihn trifft und ihn dann noch 30° hebt; die ganze Hebung also 40° beträgt.

Man darf eine Uhr mit Duplex-Hemmung nicht weniger als 18000 Schwingungen in einer Stunde machen lassen, da sie bei langsamerem Gange leicht durch Gegenbewegung von außen in Ruhe versetzt wird und stehen bleibt.

Die Balance schwingt einen vollen Umgang und hat keinen Ausschwungsstift.

Von den Chronometerhemmungen.

A. Mit einem einfachen Rade.

Fig. 18 zeigt uns den Grundriß einer Chronometerhemmung.

a ist das Hemmungsrad aus hartgeschlagenem Messing, welches mit einem Zahn auf der Rubinpalette b liegt und sich daher in Ruhe befindet. Die Palette b ist eingefaßt in eine schwache Stahlfeder cd, die von einem Kloben, an dem sie befestigt ist, bis beinahe zu der Unruhwelle reicht. Auf der Feder cd ist eine kleine, noch schwächere Feder ef befestigt, die von der Mitte der Feder cd aus dieselbe an dem Ende etwas überragt und sich an das vorgebogene Ende der Feder cd anlegt. In der Nähe der Ruhepalette ist eine Schraube in einem Kloben angebracht, gegen deren Kopf sich die Feder cd legt, damit sie nach jeder Bewegung die selbige Lage wieder einnimmt. Diese Schraube kann höher und tiefer geschroben und dadurch die Tiefe, mit welcher der Zahn sich gegen die Palette stützt, regulirt werden. Auf der Unruhwelle befinden sich zwei Scheiben g und h, die jede einen Rubinzahn haben. Der Zahn i in der Scheibe g faßt, wenn die Balance schwingt,

die kleine Feder ef und drängt sie so weit zurück, daß die Palette b den Zahn des Rades losläßt und das Rad sich fortbewegt, bis es gegen den Rubinzahn k fällt und hier die Hebung bewirkt. Wenn die Unruhe zurückschwingt, hebt der Rubinzahn i die Feder ef und geht ohne andere Wirkung weiter. Das Hemmungsrad kann also immer nur bei einer Doppelschwingung (d. h. eine hin und zurück) um einen Zahn fortrücken. Ist die Anzahl der Schwingungen eines Chronometers 14,400 in einer Stunde, so macht der Sekundenzeiger zwei Schläge in einer Sekunde.

Zu besserer Anschauung ist in Fig. 19 die Seitenansicht dieser Hemmung dargestellt und mit denselben Buchstaben bezeichnet, welche für alle Theile in Fig. 18 angewandt sind.

Die Ruhepalette b ist den Zähnen des Rades etwas entgegengeneigt, um die Ruhe sicherer zu machen, als wenn sie mit ihrer Angriffsseite nach der Mitte des Rades zeigen würde.

Die Schraube l, gegen welche sich die Vorfallfeder legt, muß in der Mitte zwischen der Biegung und dem Ende der Feder liegen, um rückfallende Bewegungen derselben möglichst unschädlich zu machen.

Die Feder ef zeigt nach dem Mittelpunkte der Unruhwelle, damit der Zahn i sie fassen kann, wenn er mit ihr in einer Richtung steht. Lieber darf er sie etwas früher, als später fassen, da sonst nicht die erforderliche Hebung zur Auslösung der Ruhe erreicht wird.

Die Scheibe h muß einen Durchmesser von doppelter Länge der Entfernung zweier Zahnspitzen haben, oder einen Halbmesser, welcher der Entfernung zweier Zahnspitzen von einander gleich ist. Ihr Umfang geht den Spitzen der beiden nächsten Zähne, wenn das Rad in Ruhe liegt, frei vorbei, und läßt zwischen beiden gleich viel Luft.

Der Zahn k ist in solcher Richtung in die Scheibe h gesetzt, daß seine Angriffsfläche den Radius der Scheibe halbirend in einem rechten Winkel trifft. Seine Angriffsfläche ist gerade; zwar würde sie mit hohler Form eine

etwas größere Bogenschwingung der Balance zur Folge haben, aber auch um so viel Reibung mehr erzeugen, da die Richtung des Drucks, den der Zahn ausübt, viel kleinere Tangenten in der hohlen, als in der geraden Fläche beschreibt. Mit kurzen Worten: Der Hebel wird durch eine hohle Angriffsfläche kleiner, als durch eine gerade.

Die Scheibe g hat ebenfalls mit einem kleineren Durchmesser mehr Kraft, als mit einem größeren, muß aber auch wiederum mehr Grade ihres Schwingungsbogens bei der Auslösung in Thätigkeit bleiben, als wenn ihr Umfang größer ist. Ein passendes Verhältniß giebt es, wenn der Durchmesser der Scheibe g nicht viel mehr als $\frac{1}{4}$ des Durchmessers der Scheibe h mißt. Der Zahn i kann der Feder e f so nahe gelegt werden, daß er sie genügend hebt, um das Rad aus der Ruhe zu lösen; und bevor die Feder c d ihre Lage wieder einnimmt, kann der Zahn des Rades schon $\frac{1}{4}$ der Zahnweite fortgerückt sein.

Die Angriffsseite des Zahnes i ist nach dem Mittelpunkte der Welle gerichtet, die andere Seite ist nach der Spitze hin gerundet, um auf der Retourbewegung mit weniger Kraft die Feder e f zu heben und dann durchzugehen.

Die Zähne des Hemmungsrades sind nach der Spitze so geneigt, daß ihre Angriffsseite mit dem Radius des Rades, der ihre Spitze trifft, einen Winkel von 25 Grad bildet.

Die kleine Feder e f wird oft, damit sie nicht roste, aus Messing oder Gold gemacht.

Diese Hemmung, wenn die Ruhepalette, sowie die Zähne der beiden Scheiben auf der Unruhwelle von Rubin sind, braucht kein Oel.

B. Die Chronometer-Hemmung mit einem Doppelrade (nach U. Jürgensen).

(Siehe Fig. 20.)

Diese Hemmung hat zwei verschiedene Räder, die, von einander so weit getrennt, auf einer und derselben Welle ihren Platz haben, daß das kleinste in der Ebene der größten Scheibe und das größte Rad in der Ebene der kleinen Scheibe der Unruhwelle liegt.

Das kleinere Rad A ist das Stoßrad, welches die Hebung an dem Rubinzahn der größten Scheibe bewirkt.

Das Rad B stellt die Ruhe her, indem es sich an die Palette der Feder cd legt. Man ersieht hieraus leicht, daß diese Hemmung bedeutende Vortheile vor der ersteren mit einem Rade hat, denn das Stoßrad A wirkt mit kürzerem Hebel, also mit mehr Kraft, auf den Rubinzahn k in der Scheibe h. Auch kann die Scheibe h noch größer sein, als in voriger Hemmung, wodurch ebenfalls mehr Kraft gewonnen wird. Jürgensen hat bei Hemmungsrädern, jedes mit 12 Zähnen, den Umfang der größten Scheibe so groß gemacht, daß er der Bogenlänge von einer bis zur elften Zahnspitze gleich kam, oder 10 Entfernungen der Zahnspitzen des Stoßrades maß. Also $\frac{5}{6}$ des Umkreises des Stoßrades.

Das Rad, welches die Ruhe bewirkt, ist in derselben, vermöge seines längeren Halbmessers, leichter zu halten und auch mit geringerer Kraft zu lösen. Deshalb kann auch die Scheibe g kleiner sein, und hat also mehr Kraft, da sie mit kürzerem Radius wirkt.

Die Scheibe h muß, während die Ruhe hergestellt ist, etwas Luft zwischen den beiden nächststehenden Zahnspitzen des Stoßrades lassen, und zwar muß sie von jeder Spitze gleich weit abstehen.

Die Regeln, nach denen diese Hemmung konstruirt wird, sind im Uebrigen dieselben, wie die der Hemmung mit einem einfachen Rade.

Fig. 21 zeigt uns die Seitenansicht dieser Hemmung; der Kloben mit der Schraube l ist hier zu größerer Deutlichkeit weggelassen, der Platz der Schraube ist mit n bemerkt.

Wenn die Hemmung in Bewegung ist und die Unruhe in der Richtung schwingt, daß die Angriffsseite des Rubinzahnes i sich vorwärts bewegt, so wird von diesem Zahn die kleine Feder ef gefaßt und so weit mitgenommen, daß die Palette b in der Vorfallfeder den Zahn, der in Ruhe lag, los läßt; während dieser sich nun entfernt, faßt der Zahn des Stoßrades den Rubinzahn k in der Scheibe h mit 6 Grad Fall, bewirkt dann eine Hebung von 30 Grad, bis er von k abläßt und das größere Rad wieder einen Zahn gegen b stützt, wodurch die Ruhe wieder hergestellt ist. Die Spiralfeder wirft nun nach vollendeter Schwingung die Balance zurück, und der Rubinzahn i faßt mit seiner Rückseite die Feder ef, hebt diese leicht und geht ohne andere Wirkung durch. Schwingt die Balance von Neuem vorwärts, so wiederholt sich dieses Spiel.

Da hier das Rad der Ruhe nicht so viel Reibung hat, als in der Hemmung mit einem einfachen Rade, so kann es auch viel leichter gearbeitet sein; wie auch die größere Scheibe der Unruhwelle.

Die Zapfen der Unruhwelle in den Chronometerhemmungen sind nicht cylindrisch, sondern haben die Form, wie sie in Fig. 12 angegeben ist.

Das Echappement muß in Steinen gehen und die Enden der Zapfen gegen Decksteine laufen.

Die Spiralfeder ist cylindrisch gewunden.

Zur Konstruirung eines Chronometers mit Schnecke kann man folgendes Zahnverhältniß anwenden:

Das Schneckenrad	96	Zähne,			
„ Großbodenrad	96	„	und ein Trieb	16,	
„ Kleinbodenrad	90	„	„ „ „	12,	
„ Sekundenrad	80	„	„ „ „	12,	
die Hemmungsräder à	15	„	„ „ „	10,	
das Minutenrad	12	„			

das Wechselrad 36 Zähne, und ein Trieb 12,
und das Stundenrad 48 Zähne.
Die Schnecke hat 6 Umgänge.

Die Unruhe macht hiernach 14,400 Schwingungen in einer Stunde, und der Sekundenzeiger giebt halbe Sekunden an.

Ein anderes Verhältniß:

Das Schneckenrad	96	Zähne,	
„ Großbodenrad	90	„ Trieb	16,
„ Kleinbodenrad	80	„ „	12,
„ Sekundenrad	80	„ „	10,
die Hemmungsräder jedes	12	„ „	8.

Mit dieser Berechnung macht die Unruhe ebenfalls 14,400 Schwingungen in einer Stunde.

Chronometer ohne Schnecke.

Obwohl die meisten Chronometer mit einer Schnecke versehen sind, kann man doch auch ein gezahntes Federhaus anwenden, wenn es hinreichende Größe hat.

Man erspart sich bei einer Uhr ohne Schnecke die Mühe und Arbeit, die diese mit ihrem nothwendigen Gegengesperre erfordert. Krüger schlägt vor, dem Federhausrade 100 Zähne und der Großbodenradswelle ein Trieb von 10 Zähnen zu geben, wodurch die Feder in 10 Stunden erst einen Umgang abläuft, also mit 3 Umgängen derselben die Uhr schon 30 Stunden gehen würde. Hat die Feder nun 7 Umgänge um ihren Kern, so kann man 2 anspannen und 3 zum Aufziehen verwenden, wonach noch 2 Umgänge übrig bleiben und die Feder also nur mit ihrer mittleren Kraft in Wirksamkeit kommt.

Das Zahnverhältniß eines Chronometers ohne Schnecke könnte sich so gestalten:

Das Federhaus	100	Zähne,			
„ Großbodenrad	96	„	mit einem	Trieb	10,
„ Kleinbodenrad	75	„	„ „	„	12,
„ Sekundenrad	64	„	„ „	„	10,
„ Hemmungsrad	15	„	„ „	„	8,

Anzahl der Schwingungen 14,400 in einer Stunde.

Es ist aber nicht gerade nothwendig, das Zahnverhältniß so zu stellen, daß die Uhr 14,400 Schwingungen macht; sie kann auch mehr machen, aber niemals ist es dann so passend für den Sekundenzeiger, der hier halbe Sekunden zeigt, während er bei 18,000 Schwingungen $\frac{2}{5}$ Sekunden zeigen und also 5 Bewegungen in 2 Sekunden machen würde.

Von der Reparatur der Taschenuhren.

Weit mehr als die Anfertigung neuer Uhren, ja man kann sagen hauptsächlich, bilden die Reparaturarbeiten die Beschäftigung der Uhrmacher. Darum möchte es hier passend und von Nutzen sein, eine gründliche Anweisung zu geben, wie solche auszuführen sind.

Nehmen wir zuerst eine gewöhnliche Spindeluhr auseinander, so ist das Erste, wonach der Arbeiter zu sehen hat, ob die Pfeiler in ihrer Platine festsitzen, andernfalls müssen sie nachgenietet werden, indem man dabei die Spitze des betreffenden Pfeilers auf Blei legt, damit sie unbeschädigt bleibe.

Dann sieht man, ob die obere Platine sich anschließend auf die Ansätze der Pfeiler legt, oder ob sie sich bei gegenüberstehenden auf und nieder, oder zur Seite bewegen läßt; in ersterem Falle wird da, wo die Platine anliegt, dieselbe etwas mit flachem Senker eingesenkt, damit sie niedriger, in gleicher Höhe mit den Ansätzen der kürzeren Pfeiler zu liegen kommt. Bewegt sich die Platine zur Seite, so werden Büchsen in die zu weiten Löcher gesetzt und passend aufgerieben.

Ist dieses geschehen, so sehe man alle Zapfen nach, rollire die eingelaufenen und polire sie dann auf einer

passenden Lage des Rollirstuhles, bis die Polirfeile nicht mehr faßt. Die Spitzen werden rundirt, daß sie eine Halbkugel bilden. Zum Schleifen des Großbodenradzapfens wird später die Beschreibung eines Werkzeuges folgen, mit Hülfe dessen man diese Arbeit schneller, genauer und ohne Mühe verrichten kann.

Der Ansatz eines Zapfens muß gerade und gut polirt sein; die Kante des Ansatzes wird gebrochen (schräge weggedreht), damit eine kleinere Fläche gegen die Platine läuft.

Die Räder, welche nicht rund laufen, müssen bis zur Spitze der niedrigsten Zähne abgedreht und nachgewälzt werden.

Nun wird das Großbodenrad eingesetzt; passen die Zapfenlöcher nicht, so setze man in die untere Platine, in welcher der große Zapfen läuft, eine, auf einem Drehstift abgedrehte Büchse und reibe sie auf, bis das Loch passend ist. Steht das Rad gerade zwischen den Platinen, oder läuft die Platine rund, wenn man mit einer Zange den vorstehenden Zapfen des eingesetzten Großbodenrades faßt, so kann in die obere Platine ebenfalls eine runde Büchse gesetzt werden. Nachdem das Loch etwas weiter gerieben ist, schraubt man nämlich einen Gang hinein und schneidet dann auf einem Messingdraht, so weit als nöthig, um durch die Platine zu reichen, denselben Schraubengang. Wenn der Draht an dem Ende flach gefeilt ist (was jedoch geschehen muß, während er noch im Schraubenloche steckt, damit der Grad nicht eine schiefe Fläche giebt), macht man hier mit dem Mittelpunkttreffer einen Punkt, der anzeigt, wo man das Loch zu bohren hat. Beim Bohren beobachte man noch, daß der Bohrer rund laufe und mit dem Messingdraht in gleicher Richtung bleibe. Darnach schraubt man die Büchse von der inneren Seite in die Platine, bis sie an die Senkung reicht, kürze sie ab und senke die Platine gerade, aber so, daß das Rad bei geschlossenen Platinen etwas Luft behält. In der Senkung eines Zapfenloches muß der Zapfen mit seiner run-

dirten Spitze wie eine Halbkugel hervortreten. Die Senkungen schleife man mit Schiefer aus, daß sie keinen Grad behalten, und polire sie nach, damit auch nicht so leicht Unreinlichkeiten darin haften.

Schwanken aber die Platinen bei ihrem Umlauf um das Großbodenrad zur Seite, so ist dieses ein Zeichen, daß das Rad nicht gerade zwischen denselben steht, und das Loch des oberen Zapfens muß aufgerieben und mit einer dichten Büchse verschlossen werden. Auf der Plantirmaschine sucht man den Punkt, der dem Loche des großen Zapfens gerade gegenüberliegt, und bohrt in diesem Punkt das Loch, wobei man darauf zu sehen hat, daß die Platine, auch wenn man sie dreht, in der Richtung eines rechten Winkels mit dem Bohrer bleibe. Eine dichte Büchse darf nicht zu klein sein, indem man sonst Gefahr läuft, daß das Loch die Wand der Büchse, oder den Schraubengang trifft und also undichte und unebene Wände bekommt.

Nach diesem nimmt man das Schneckenrad. Wenn die Schnecke nicht Umgänge genug hat, damit die Uhr 30 Stunden gehen kann, so läßt sich durch Versetzung der Schneckenschnauze oftmals noch ein halber oder $\frac{3}{4}$ Umgang gewinnen. Man sehe, ob das Gesperr in gutem Stande ist und das Schneckenrad sich mit leichter Reibung an der Schnecke drehen läßt. Das Gesperr braucht, wenn es gut gereinigt ist, kein Oel. Dann untersuche man den Eingriff ins Großbodenrad, ist er zu tief oder zu flach, so setze man Büchsen in die Löcher der Schneckenradszapfen, entweder näher oder entfernter, je nachdem es der Eingriff erfordert. Einen richtigen Eingriff zu setzen, ist schon früher gelehrt worden, hier sei nur noch bemerkt, daß der Eingriffszirkel, wenn man auf die Platine den Bogen schlagen will, genau einen rechten Winkel mit der Platine bilden muß; oder wenn man die Platine über dem Eingriffszirkel hält, indem man den Bogen macht, muß der Eingriffszirkel eine senkrechte und die Platine eine wagerechte Stellung haben. Durch die Versenkung der Büchsen, an der inne-

ren Seite der Platine, giebt man dem Schneckenrade, wie sonst auch allen anderen Rädern, die erforderliche Luft.

Das Federhaus muß frei und leicht um seine Welle laufen, die Löcher müssen passend sein und sich gerade in der Mitte befinden, wodurch bedingt wird, daß das Federhaus rund läuft. Wenn es unrund läuft, muß man ein Loch durch eine Büchse schließen, dann die Mitte suchen und dort ein kleines Loch bohren, welches man aufreibt, während das Federhaus geschlossen ist; hierbei beobachte man, daß es auf der Reibahle immer gut rund laufe. Der Kern soll den dritten Theil des inneren Federhausdurchmessers einnehmen. Ist er zu dünn, so wird eine abgedrehte Messinghülse darauf geschlagen und diese auf der Welle nachgedreht, bis der Kern den richtigen Durchmesser hat. Zwischen den Platinen muß sich das Federhaus frei bewegen.

Vom Federhause gehe man zum Kronrade über. Das Loch der unteren Platine kann, wenn es nicht paßt, eine runde Büchse bekommen, auf die Art, wie beim oberen Großbodenradszapfen angegeben ist. Diese Büchse kann man gleich, je nachdem der Eingriff des Kronrades ins Steigrad zu tief, oder zu flach ist, niedriger senken, oder mehr hervorstehen lassen. Das Loch der Oberplatine wird dicht gemacht und plantirt. Das Kronrad muß rund laufen, am nothwendigsten an den Spitzen der Zähne; diese müssen in der Richtung eingeschnitten und gewälzt sein, wie sie die Lage der Steigradswelle angiebt. Es ist gut, wenn das Kronrad leicht ist und in seinem Umkreise gleich wiegt, damit es nicht durch Uebergewicht nach einer Seite hin den Gang störe und unregelmäßig mache.

Wenn das Großbodenrad ins Kleinbodenrad und dieses ins Kronrad nicht richtig greift, wonach man jetzt zu sehen hat; oder das Loch des unteren Kleinbodenradszapfens nicht paßt, so mache man dieses mit einer nicht gar zu kleinen Büchse zu und setze die Räder, wie sie in einander greifen sollen, zwei und zwei zusammen

in den Eingriffszirkel, schlage mit diesem, wenn der Eingriff richtig ist, einen Bogen; da, wo der Bogen des zweiten Eingriffs den des ersten durchschneidet, mache man mit einer runden Stahlspitze einen Punkt und bohre hier das Loch, welches den Kleinbodenradszapfen aufnehmen soll. Das Loch des oberen Zapfens wird plantirt.

Nachdem das Laufwerk fertig ist, sieht man nach, ob die Spindel eingeschlagen ist und schleife sie, wenn dieß der Fall ist, auf Kork mit einer Eisenschleiffeile aus, und polire dann die Palette mit Pariser Roth. Stehen die Spindellappen nicht in dem Winkel von 95 Procent, so setze man den oberen Lappen in einen Einschnitt eines Messingstiftes, der auf sicherer Grundlage, oder auf einem Fuße befestigt ist; den andern Lappen beschwere man mit einem Messingdraht, der ebenfalls vermittelst eines Einschnitts aufgesteckt wird, nach der Richtung hin, nach welcher sich die Spindel biegen soll. Bläst man nun eine spitze Flamme an die Welle zwischen beide Lappen, so wird die Spindel von dem hängenden Messingdraht niedergezogen. Ist an dieser Einrichtung von vorne herein ein Stück angebracht, das den Messingdraht, wenn er genügend gesunken ist, aufnimmt, so kann dadurch gleich der richtige Winkel erreicht werden. Sonst kann man sich auch leicht ein Maß dazu machen. Man nimmt eine Messingplatte von der Stärke einer Pendulenplatine, schneidet einen Halbkreis aus, feilt die untere Kante recht gerade und theilt den Halbkreis in 180 Grade ein; doch braucht man nur jede 10 Grad zu bemerken, bis zur Mitte des Bogens, wo man zwischen 80 und 110, einzelne oder 5 Grade abmißt, wie in Fig. 22 gezeigt wird. Den Mittelpunkt des Kreises a, der in der geraden Linie bc liegt, bezeichne man durch einen feinen Strich. Unter die Kante bc ist eine starke Feder cd geschroben, die den oberen Spindellappen mit der Palette gegen die flache Messingkante drücken soll. Ein kleiner Halbkreis ist in der Mitte so weit niedergesenkt, daß nicht mehr Messing stehen bleibt, als sich in

die Palette einer Spindel legen kann. Die Spindel wird so unter die Feder cd geschoben, daß die Welle in a, dem Mittelpunkte des Halbkreises steht. An den unteren Spindellappen steckt man einen Zeiger, wie ihn Fig. 23 zeigt. Er besteht aus einem geraden, flachen Stahlstift ef, auf welchen in der Mitte eine Feder geschroben ist, die die Spindelpalette an die gerade Seite des Zeigers drückt. Dieser Zeiger giebt dann die Grade auf dem Halbkreis an, welche der Winkel der Spindel mißt.

Die Spindelzapfen müssen entweder gegen Deckſteine, oder harten Stahl laufen. Bei englischen Uhren, wo sie in flachgebohrte Messinglöcher gehen, gegen den Boden des Loches, muß man diese ganz durchbohren, die Rückseite einsenken und dann einen Deckstein, oder harten Stahl gegen den Zapfen legen. Die Löcher der Spindelzapfen müssen, statt der Senkung bei andern, in einer Erhöhung enden, damit sich das Oel dort hin zieht und halten kann. Die Deckſteine müssen in ihrer Lage fest sein und die Wölbung des Messings nicht berühren, sondern sehr wenig Luft dazwischen lassen. Um den Gang einzurichten, wird, wie schon früher gesagt ist, die Spindel so eingesetzt, daß sie dem Steigrade den Rücken zukehrt, darnach wird das Steigrad so nahe herangeschoben, als es geht, ohne daß die Zähne den Rükken der Spindel fassen. Auf diese Weise hätte man die Tiefe des Ganges. Geht aber der Gang doch noch nicht durch, wenn der Steigradszapfen gerade auf die Spindelwelle zeigt, so sind die Lappen zu breit und müssen abgeschliffen werden.

Die Balance muß abgewogen sein und rund laufen. Das Abwägen im Rundlaufszirkel ist ungenau, man kann sich dazu eines Instruments bedienen, wie es Figur 24 zeigt. Es ist sehr leicht zu machen.

a ist der Fuß von Messing, auf dem ein Winkel bcd befestigt ist, dem wieder ein beweglicher Winkel efg gegenüber steht. Durch die Schraube h kann der letzte dem ersteren Winkel näher gerückt werden. Oben bei b

und e haben beide Winkel eine hohle, polirte Stahlkante, auf welche man die Zapfen der Spindel legt. Auf diesem Instrument fällt die Balance bei der geringsten Ungleichheit ihrer Schwere.

Die Unruhe muß so leicht sein, daß die Uhr ohne Spiralfeder 25 bis 26 Minuten zeigt, während sie eine Stunde geht.

Die Zapfen des Steigrades müssen gleich stark sein und so fein wie möglich. In den Schieber macht man eine Gangschraube, um die Tiefe des Ganges damit noch etwas reguliren zu können.

Die Spiralfeder wird, wenn sie unrein ist, mit Spiritus ausgebürstet. Ihre Umgänge müssen gut gebogen sein und keine Ecken und scharfe abweichende Biegungen haben. Der äußere Umgang muß frei zwischen den Rückerstiften spielen, wohin man auch den Rücker schiebe. Der innere Umgang hält die Spiralrolle in solcher Lage, daß der Mittelpunkt derselben gerade da liegt, wo der Platz der Spindelwelle ist. Durch Abschabung geschwächte Spiralfedern sind durch neue zu ersetzen, da mit solchen kein regelmäßiger Gang zu erreichen ist.

Das Minutenrohr soll mäßig fest auf der Großbodenradswelle sitzen, damit es sich drehen läßt und doch auch nicht von selbst im Gange zurückbleiben kann. Es muß sich gegen den Ansatz des Zapfens legen und darf nicht die Platine berühren.

Das Wechselrad hat, wenn es flach auf der Platine liegt, zu viel Reibung, deshalb dreht man auf einem Universaldrehstuhle die Platine etwas ein und läßt eine Erhöhung in der Mitte, sowie einen Rand zwischen der Mitte und dem äußersten Umkreis stehen, auf dem das Rad sich leichter bewegt.

Das Stundenrad darf weder das Wechselrad, noch das Zifferblatt berühren, darum giebt man diesem Rade so viel Luft, daß auf dem Rohr noch eine dünne Feder Platz hat, die das Stundenrad niederhält und zugleich verhindert, daß sich die Zeiger berühren.

Reparatur der Cylinder- und Anker-uhren.

Was von der Reparatur der Spindeluhren gesagt ist, findet im Allgemeinen auch bei Cylinder-, Anker- und allen anderen Uhren Anwendung, denn ihr Hauptunterschied liegt in den Hemmungen. Was aber speciell die Reparatur der Hemmungen betrifft, ist darüber das Erforderliche in dem Abschnitte über Hemmungen bereits gesagt worden.

Außer der Hemmung sind Cylinder- und Ankeruhren noch in ihrer Bauart von Spindeluhren verschieden, daher ist auch ihre Reparatur in etwas anderer Ordnung vorzunehmen.

Man beginnt bei dem Großbodenrade. Wenn nöthig, werden die Zapfen geschliffen und polirt; und wenn die Platine auf dem eingesetzten Großbodenrade nicht rund läuft, muß man die Löcher durch Büchsen verändern. Mit einem Universaldrehstuhle hat man hier leichte Arbeit, indem man in das Loch der Platine eine runde und in den Kloben eine dichte Büchse setzt. Mit dem aufgeschrobenen Kloben setzt man die Platine auf

den Universaldrehstuhl, so daß das Centrum in das Loch der Platine faßt, dann dreht man mit einem kleinen Bohrer da, wo er keine Kreise mehr bezeichnet, ein Loch, welches dann nachgedreht wird, bis es passend ist. Hat man aber keinen solchen Drehstuhl, so mache man es, wie beim Federhause, und reibe beide Löcher zugleich auf, wobei man zu beobachten hat, daß die Platine auf der Reibahle während des Aufreibens immer rund läuft, oder mit derselben einen rechten Winkel bildet.

Nachdem das Großbodenrad richtig gesetzt ist, sieht man das Federhaus nach, ob es auf seiner Welle leicht und rund läuft; ob die Feder nicht streift und die Stellung leicht und frei durchgeht. Dann setze man den Eingriff. Soll dieser verändert werden, so muß man eine Büchse in den Schraubengang einer Schraube des Federhausklobens setzen und an derselben Seite auch andere Stellstifte bohren, die aber nicht ganz durch den Kloben gehen dürfen. Bevor man das Schraubenloch bohrt, setze man den Eingriff richtig und punktire durch den Kloben die Stelle, wo das Schraubenloch zu bohren ist, und auch von der andern Seite durch die Platine den Platz der Stellstifte.

Jetzt setzt man den Eingriff des Sekundenrades ins Cylinderradstrieb. Da das Cylinderrad in Steinen geht, so schließt man mit einer Büchse das Loch des Sekundenradszapfens in der Platine und schlägt den Eingriffsbogen vom Cylinderradsloche aus. Wo dieser Bogen der Mitte der Büchse am nächsten ist, bohre man das Zapfenloch.

Die Eingriffe des Groß- und Kleinbodenrades werden auf einer dichten Büchse durch zwei sich kreuzende Bogen bezeichnet. Wegen der geringen Höhe des Klobens wird das Plantiren nicht so genau, als wenn man auch das Klobenloch mit einer Büchse schließt und darauf zwei Eingriffsbogen schlägt.

Geht die Uhr in 8 Steinen, so läßt sich ein Eingriff nicht anders verändern, als wenn man den Stein

vorsichtig auslöst, eine Messingbüchse in die Fassung löthet und hierauf wie sonst den Eingriffsbogen macht. Wenn der Eingriff in der Messingbüchse gesetzt ist, wird der Stein wieder in das neue Zapfenloch, welches passend aufgedreht wird, hineingesetzt.

Das Uebrige, was schon bei Reparaturen der Spindeluhren von der Spiralfeder u. s. w. gesagt ist, gilt auch für andere Uhren.

Ein Sattel zum Poliren der größeren Zapfen und Ansätze.

Es ist dem geübtesten Arbeiter nicht möglich, einen größeren Zapfen und dessen Ansatz durchaus gerade und rechtwinkelig zu schleifen, wenn die Schleiffeile mit freier Hand geführt werden soll.

Fig. 25 stellt ein Instrument dar, mit Hülfe dessen man sehr leicht und vollkommen diesen Zweck erreicht.

abcd ist ein Stück Messing, welches zwischen den beiden Armen ab und cd eine Stahlrolle trägt. Durch den Arm cd geht in der Richtung der Rolle eine Schraube, die eine Senkung hat, worin die eine Spitze der Rollenwelle läuft. Durch den Arm ab geht eine Schraube e der Länge nach frei hindurch und wird oben in dem Einschnitte einer aufgeschrobenen Stahlplatte gehalten, daß sie nicht steigen und sinken, sondern sich nur in ihrer Lage rund drehen kann. In der oberen Hälfte des Armes ab ist eine größere Einsenkung gemacht und mit einer schmalen Feile in der Richtung der Rolle bis zur Hälfte wieder eingeschnitten. In dieser Einsenkung liegt ein Stahlcylinder, den Fig. 26 zeigt. Durch seine Mitte geht das passende Schraubengewinde für die

Schraube e, womit er also auf und nieder zu schrauben ist. In den Einschnitt des Armes ab faßt der Cylinder mit zwei Armen ein, die mit ihm zusammen ein Stück bilden. Diese kleinen Arme sollen erstlich verhindern, daß sich der Stahlcylinder drehe, zweitens dient auch der eine Arm dazu, die Spitze der Rollenwelle in eine Senkung aufzunehmen. Die Stahlrolle hat eine feste, gerade Wand h und eine bewegliche i, die mit drei kleinen Schrauben auf der Welle befestigt ist und sich nach der Breite der Schleiffeile, welche in der Rolle liegen soll, enger nach der andern Wand und auch weiter abstellen läßt. Unter dem Ganzen ist ein Arm, der den Stift enthält, mit welchem dieses Instrument in das Loch des Drehstuhlsattels gesteckt und befestigt wird, nachdem man den gewöhnlichen Sattel herausgenommen.

Ueber den Gebrauch dieses Instruments ist weiter nichts zu sagen, als daß im Drehstuhl die Schleiffeile in der Richtung eines rechten Winkels mit der Welle des zu schleifenden Zapfens in die Rolle gelegt wird, so daß sie mit ihrer Kante gegen den Ansatz des Zapfens liegt. Die Rolle wird durch die Schraube e so gestellt, daß die Feile flach auf dem Zapfen liegt. Im Uebrigen schleife man wie gewöhnlich und führe die Schleiffeile in der Mitte zwischen der Rolle des Schleifsattels und dem Zapfen mit der Spitze eines Grabstichels.

Es ist gut, wenn die Schleiffeile an der Seite, welche gegen den Ansatz liegt, in der Länge einen schwach erhabenen Bogen hat und nach der unteren Fläche hin etwas scharf gefeilt ist, damit sie besser in die Ecken fassen kann.

Bemerkungen über das Härten des Stahls.

Jeder Uhrmacher weiß, daß glühender Stahl ins Wasser getaucht, hart wird. Doch ist noch dabei zu beobachten, daß der Stahl nicht verbrannt werde, sondern nur roth glühe. Wenn beim Härten der Stahl verbrannt ist, kann man ihn nicht gebrauchen, denn er hat Risse bekommen und zerbricht daher leicht. Verbrannter Stahl ist dadurch, daß man ihn mehrere Male rothglühend macht und in heißes Wasser taucht, wieder brauchbar zu machen, wenn er nicht allzusehr verbrannt war.

Das Verbiegen des Stahls beim Härten zu verhindern.

Beim Härten der Triebe, oder sonstiger längerer Stahltheile ist die Gefahr vorhanden, daß sie beim Härten sich ziehen und verbiegen. Damit dieses nicht geschehe, nehme man einen Kasten von dünnem Eisenblech, mit einem anschließenden Deckel darauf, und mache ihn

vor der ersten Benutzung weißglühend. Man fülle ihn mit gebranntem Elfenbein zur Hälfte, lege das Stück Stahl, das gehärtet werden soll, hinein und fülle ihn nun ganz mit Elfenbein und lege dann den Deckel darauf, den man mit geglühtem Eisendraht zubindet. Dann lege man den Kasten, an dem ein Stiel zum Anfassen sein muß, in ein Holzkohlenfeuer, bis er weißglüht, tauche das Ganze dann in kaltes Wasser, lasse es darin abkühlen und nehme das gehärtete Stück Stahl heraus. Die Farbe des Stahls wird hierdurch grau. Er hat keine Kruste und ist durchaus nicht verbogen. Diesen so gehärteten Stahl lasse man etwas weniger an, als sonst geschieht; statt dunkelblau etwa dunkelgelb.

Starke Federn anzulassen.

Größere Federn, welche leicht dem Zerspringen ausgesetzt sind, kann man am besten anlassen, indem man sie mit Talg bestreicht und dieses über mäßigem Feuer abbrennen läßt. Federn auf diese Weise angelassen, springen nicht so leicht und haben eine gute Elasticität.

Stahl in Oel gehärtet, ist nicht so hart, als im Wasser gehärteter. In Talg wieder weicher, als in Oel; in Siegellack nicht so hart, als in Talg. Kleine Bohrer in Siegellack gehärtet, brauchen nicht angelassen zu werden. Auch kann man ganz feine Bohrer in der Luft härten, indem man sie, wenn sie roth glühen, durch schnelle Bewegung in der Luft abkühlt. Diese brauchen ebenfalls nicht angelassen zu werden.

Ein Trieb zu schleifen und zu poliren.

Beim Ausschleifen des Triebes nehme man kein Holz, sondern ein genau zwischen den Stäben des Triebes passendes Stück Eisen; da das Holz nicht in die Ecken faßt und dem Triebe dadurch in seiner Form geschadet wird.

Das Schleifen und Poliren der Blume des Triebes ist aber eigentlich dasjenige, was am meisten Schwierigkeiten darbietet, weshalb dieses hier hauptsächlich gelehrt werden soll.

Hat man ein Trieb zu einer Taschenuhr, dessen Blume man recht gerade schleifen und poliren will, so setze man es auf einen Eingriffszirkel, wozu man gerne einen sonst unbrauchbaren verwenden kann. Zwischen die beiden andern Stiften des Eingriffszirkels setze man einen linken Drehstift, auf welchen eine Scheibe von Eisen geschroben ist. Um die Rolle des Drehstifts lege man die Schnur des Drehbogens, schiebe die Blume des Triebes gegen die Schleifscheibe, bis letztere nahe an die Welle des Triebes reicht. Darnach thue man ein wenig Oelstein und Oel an die Schleifscheibe und ziehe den Bogen. Das Trieb wird von der Scheibe mit herum-

gedreht. Nachdem der Schliff fein genug ist, reinige man Trieb und Scheibe und wende Pariser Roth an, womit man polirt. Besser noch ist es, wenn man zum Poliren statt der Eisenscheibe eine Kompositionsscheibe nimmt. Wenn die Schleifscheibe abgenutzt ist, muß sie immer wieder recht gerade und flach gefeilt werden.

Das Trieb wird vor dem Schleifen an der Welle etwas unterdreht, damit sich die scharfe Hochkante der Scheibe nicht gleich abnutzt, oder in die Welle des Triebes einschleift.

Wenn man für Triebe zu großen Uhren keinen Eingriffszirkel hat, kann man auch die Blume derselben mit Hülfe des schon beschriebenen Schleifsattels poliren.

Schrauben mit linkem Gewinde zu machen.

Man nehme einen gewöhnlichen Schraubenbohrer mit rechtem Gewinde, von der Größe, welche die linke Schraube haben soll, mache ihn weich und feile ihn erst vierkantig. Dann feile man noch zwei gegenüberliegende Kanten weg, so daß nur zwei in Form einer Säge stehen bleiben. Nachdem man diesen Bohrer gehärtet hat, schraube man ihn in ein Stück platten Stahl ein, wobei man links umdreht und Kraft anwendet, daß er sich vorwärts bewegt. Je schmäler die Kanten des Bohrers sind, desto besser wird der Gang in der Stahlplatte. Was weiter geschieht, ist klar; man hat nur noch den Stahl mit dem linken Gewinde zu härten und das Schneideisen ist fertig.

Eine Mittagslinie zu ziehen.

An einem Orte, die keine Sternwarte hat, ist es sehr nothwendig, daß der Uhrmacher ein anderes genaues Maß für die Zeit habe. Hierzu paßt am besten die Mittagslinie. Mancher aber, der dieses Buch liest, mag glauben, er könne sich eine solche Linie machen, indem er den Schatten eines senkrechten Stiftes um 11 und 1 Uhr beobachte und die Mittellinie zwischen den beiden fallenden Schatten als Mittagslinie betrachte; dieß ist ganz richtig, vorausgesetzt, daß die Uhr genau nach der richtigen Zeit gestellt ist. Warum aber dann noch um 11 und 1 Uhr beobachten? Man könnte ja gleich den Schatten um 12 Uhr nehmen; denn mit andern Worten ausgedrückt, heißt dieß ja eigentlich nur, die Mittagslinie suchen, wenn man sie schon hat. Geht die Uhr nicht richtig, so muß die Mittagslinie eben so unrichtig werden. Wenn eine Uhr um eine ganze Stunde zu früh geht, zeigt sie um 10 Uhr ja schon 11 und um 12 Uhr 1. Also diese Weise ist unpraktisch.

Die Mittagslinie eines Ortes ist eine Linie von Norden nach Süden, in welcher die Sonne kulminirt, oder ihren höchsten Standpunkt erreicht. Um diese Linie

zu finden, muß man einen Gegenstand haben, der uns genau eine Richtung nach Norden, oder Süden angiebt. Dieß ist der Nord- oder Polarstern. Er steht zwar nicht genau im Nordpol, sondern weicht ¾ Grad von ihm ab, kulminirt also selbst zweimal in seinem scheinbaren Umlauf um den Nordpol. Man findet den Polarstern in der Richtung der beiden letzten Sterne im Viereck des großen Bären, er ist der nächste hellere Stern. Er kulminirt und steht also genau in der Richtung nach Norden, wenn die beiden erwähnten Sterne des großen Bären in Ost-Südosten, oder in West-Nordwesten stehen. Auf eine Platte, die auf fester Stütze ruht und sich an solchem Platze befindet, von dem aus man nach Norden und auch nach Süden sehen kann, stelle man ein Diopter und richte dieses nach Norden, so daß es mit der wagerechten Platte einen Winkel bildet, der so viele Grade mißt, als die Lage des Ortes nach nördlicher Breite ist (für Hamburg 53½ Grad). Wenn nun am Abend die Sterne in angegebener Richtung stehen, oder der Polarstern kulminirt, so visire man durch das Diopter nach dem Stern, bis dieser in der Mitte steht; dann zeichne man die Linie, welche das Diopter angiebt, auf die Platte. Ein senkrechter Stift an dem Südende in dieser Linie deckt dieselbe Mittags mit seinem Schatten.

Das Diopter ist ein Rohr, das an einem Ende in der Mitte ein kleines Loch zum Visiren hat. An dem andern Ende wird die Mitte der freien ganzen Oeffnung des Rohrs durch den Kreuzpunkt zweier Haare angegeben, die so befestigt sind, daß sie den Kreis des Rohres in vier gleiche Theile theilen. Das Diopter wird so gerichtet, daß das Haarkreuz auf die Mitte des Sternes fällt. Ein Lineal, welches als Grundlage dient und das Diopter trägt, liegt flach auf der Platte. Das Ende mit dem Visirloche bleibt unten liegen, während an einem Bogen, der senkrecht an dem Lineal befestigt ist und den Stützpunkt des Diopters als Mittelpunkt hat,

das andere Ende auf und nieder gerichtet werden kann, doch so, daß es immer in einer Richtung mit dem Lineal bleibe.

Die Zeit, welche die Uhr zeigen soll, weicht aber vom wahren Mittage ab; wenn daher die Sonne im Meridian steht, soll die Uhr nicht gerade 12 zeigen, sondern man muß nach einer Tabelle, wie sie gewöhnlich in den Kalendern zu finden ist, die mittlere Zeit nehmen.

Beim Verleger dieses sind erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

Em. Schreiber, vollständiges Handbuch der Uhrmacherkunst, besonders in Beziehung auf Thurm-, Wand- und Stutzuhren, Taschenuhren aller Art, als Spindel-, Cylinder- und Ankeruhren u. s. w. mit und ohne Repetir- und andere Werke, ferner astronomische und nautische Uhren, sowohl hinsichtlich ihrer Konstruktion und Regulirung, als auch ihrer Reparatur. Nebst einer detaillirten Zusammenstellung solcher Verbesserungen und Erfindungen, welche seit 20 bis 30 Jahren in England, Frankreich u. Deutschland gemacht worden sind und welche als wirkliche Fortschritte in dieser Kunst bezeichnet werden können. Dritte verbesserte und vermehrte Auflage. Mit einem Atlas in Quart, enthaltend 21 lithographirte Foliotafeln. 8. Geh. 2 Thlr. 15 Sgr.

Jacob Auch (Hofmechanikus in Weimar), Handbuch für Landuhrmacher, oder leichtfaßliche Anweisung, wie man vom geringsten bis zum schwersten Stück, und stufenweise bis zur Vollkommenheit eine Taschenuhr bauen muß, wie man die Uhr gehörig auseinandernimmt, wieder zusammensetzt, sie gründlich reparirt und abzieht, stellt, regulirt u. s. w. Für Lehrlinge und Liebhaber. Nebst vollständiger Beschreibung der hierzu erforderlichen Werkzeuge und deren Abbildung auf 2 lithographirten Foliotafeln. Zweite, durch den Uhrmacher G. Mädler sehr vervollständigte und modernisirte Auflage. 8. Geheftet. 1 Thlr. 10 Sgr.

Dr. Fr. Wilh. Barfuß, Geschichte der Uhrmacherkunst von den ältesten Zeiten bis auf unsere Tage. Zum Behufe eines allseitigen Unterrichtes

über die Erfindungen und Leistungen dieser Kunst. Dritte, um 3¼ Bogen und 3 Quarttafeln vermehrte Auflage. Herausgegeben von Emanuel Schreiber. Mit 13 Quarttafeln. 8. Geh. 1 Thlr. 5 Sgr.

Dumontier (Professor der Mechanik) und U. Jürgensen (Uhrmacher der dänischen Marine in Kopenhagen), die Kunst, die Edelsteine für die Zwecke der Uhrmacherei zu bearbeiten. Mit 38 Figuren auf 4 Quarttafeln. 8. 12½ Sgr.

Dr. Dionys. Lardner, populäre Lehre von den elektrischen Telegraphen, ihre Geschichte, Beschaffenheit, Einrichtung, der wichtigsten Arten und ihres Betriebes; nebst vorangehender Belehrung über Erregung, Leitung und Geschwindigkeit des elektrischen Stromes. Für angehende Telegraphisten, Eisenbahnbeamte, Techniker im Allgemeinen, Freunde der Physik und jeden Gebildeten. Zweite vermehrte Auflage. Mit 85 Abbildungen auf 6 Tafeln. 8. Geheftet. 22½ Sgr.

F. Schade (Uhrmacher in Breslau), vollständiges Uhrmacher-Lexikon, oder Zusammenstellung und Charakteristik aller bis jetzt bekannten Uhren; nebst einer Uebersicht der in der Uhrmacherkunst bisher erschienenen Schriften, verbunden mit andern, die Zeitmeßkunde betreffenden Mittheilungen. Mit 2¼ Foliotafeln. gr. 8. Geh. W. A. 7½ Sgr.

Dr. Chr. H. Schmidt, die englischen Pendeluhren, und zwar Thurmuhren, Hausuhren, Kontroluhren und astronomische Regulatoren, sowie Taschenuhren und Chronometer, mit den neuesten Verbesserungen, besonders in Bezug auf möglichste Vereinfachung, zweckmäßige Gestaltung der Triebe und Räder, Kompensation des Pendels und der Unruhe

und der bewährtesten Hemmungen für größere und kleinere Pendeluhren, wie für Taschenuhren und Chronometer. Nach der achten Auflage der Encyclopaedia Britannica. Mit 7 erläuternden Figuren. 8. Geh. 25 Sgr.

C. F. G. Thon, der Uhrenfreund, oder faßliche Anleitung, alle Arten mechanische Uhren, als Thurm-, Pendel-, Taschen- und Sonnenuhren mit Sicherheit zu prüfen, mit Vortheil einzukaufen, zweckmäßig zu behandeln, alle Theile, die reparirt u. ausgeputzt werden sollen, zu untersuchen, Taschenuhren abzuziehen und die sogenannten Taschenchronometer zu reguliren; nach dem Ausputzen einer Taschenuhr die einzelnen Theile derselben wieder zusammenzusetzen u. endlich alle mechanischen Uhren nach einer guten Sonnenuhr, oder einer leicht selbst aufzufindenden Mittagslinie und vermöge der beigegebenen Aequationstabelle nach der Sonne richtig zu stellen; nebst einem Verzeichniß der wichtigsten neuern Literatur über Uhren. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Georg Leist. Mit 8 erläuternden Figuren. 12. Geheftet. (Unter der Presse.)

H. Treutler (H. Sternheim in Dresden), populäre Gnomonik und Chronometrie, oder Konstruktion der Sonnenuhren mit dem immerwährenden Kalender und Bestimmung der Zeit zur Regulirung der mechanischen Uhren, sowie Auflösungen einiger astronomischen Aufgaben. Dritte, neu bearbeitete und sehr vermehrte Auflage. Mit 6 Tabellen und 10 Figurentafeln. 8. Geh. W. A. 15 Sgr.

Verzeichniß

der bis jetzt erschienenen 263 Bände

des

Neuen Schauplatzes

der

Künste und Handwerke.

Mit Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben

von

einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Weimar, 1833, Bernh. Friedr. Voigt.

		Ngr
1.	Bd. Supel, der vollkommene Conditor, 7. Aufl.	1 —
2.	" Thon, Kunst, Bücher zu binden, 5. Aufl.	1 7½
3.	" Barfuß, Optik, Katoptrik und Dioptrik, mit Atlas, 2. Aufl.	3 —
4.	" Kunst des Seifensiedens und Lichtziehens, 4. Aufl.	1 7
5.	" Bröckel, die Tischlerkunst, mit Atlas, 4. Aufl.	1 15
6.	" Vitalis, Lehrbuch der gesammten Färberei, 6. Aufl.	3 —
7.	" Schmidt, die Leimsiederei und Leimfabrikation	— 20
8.	" Schulze, der Gold- und Silberarbeiter, 4. Aufl.	— 15
9.	" Schmidt, die englischen Pendeluhren	— 25
10.	" Schmidt, die Papiertapetenfabrikation	— 22½
11.	" Der Schuh- u. Stiefelmacher in seiner Vollkommenheit, 2. Aufl.	1 —
12.	" Thon, das Fleischerhandwerk mit seinen Nebenzweigen, 3. Aufl.	1 —
13.	" Huth, Handbuch der Kochkunst, 3 Aufl.	— 25
14.	" Thon, vollständige Anleitung zur Lackirkunst, 6. Aufl.	2 —
15.	" Thon, die Drehkunst, mit Atlas, 5. Aufl.	1 15
16.	" Der vollkommene Parfümeur, 3. Aufl.	— 22½
17.	" Perrottet, Indig-Fabrikation für die Zwecke der Färberei	— 7½
18.	" Hüttmann, Cementir-, Tüncher- u. Stuccaturarbeit.	2 —
19.	" Wölfer, Anweisung zum Treppenbau, 5. Aufl.	— 5
20.	" Schmidt, der Chocoladefabrikant, 3. Aufl.	— 5
21.	" Armellino, die Kunst des Clavierstimmens, 3. Aufl.	— 12½
22. u. 23.	Bd. Matthaey, Handb. f. Maurer 2 Bde. mit Atlas, 3. A.	1 15
24.	" Schedel, die Destillirkunst und Likörfabrikation, 5. Aufl.	1 —
25.	" Thon, der Fabrikant bunter Papiere, 3. Aufl.	1 7½
26.	" Matthaey, der Stein- und Dammsetzer oder Pflasterer 2. Aufl.	1 10
27.	" Schulze, praktischer Unterricht im Bau der Reitsättel	— 7½
28.	" Hertel, die Lehre vom Kalk und Gyps, 3. Aufl.	1 15
29.	" Hagdorn, der Anstreicher, Zimmermaler und Tüncher	1 —
30.	" Auch, Handbuch für Landuhrmacher, 2. Aufl.	1 10
31.	" Reinnel's Receptbuch f. Maurer, Tüncher und Stubenmaler.	— 20
32.	" Benmenberger, der vollkommene Juwelier	— 22½
33.	" Fontenelle, die Essig- und Senfbereitung, 3. Aufl.	— 25
34.	" Schaller, der praktische Ziegler, mit Atlas, 5. Aufl.	1 7½
35.	" Brewster, das Stereoskop und seine Anwendung, 2. Aufl.	1 —

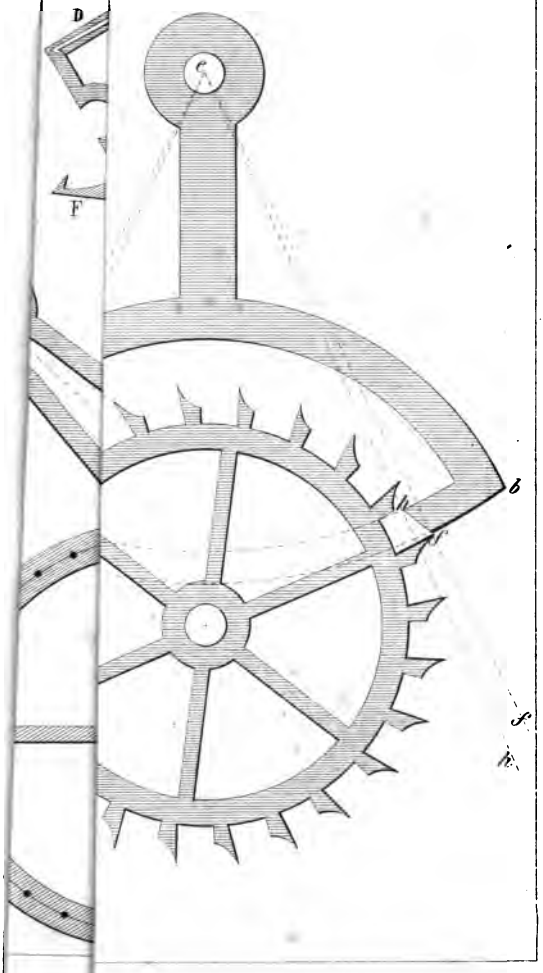
		Mk.	Sgr.
36.	Bd. Fontenelle, die Oelbereitung, und Oelreinigung, 3. Aufl.	1	7½
37.	Wettengel, theoretisch-praktische Anleitung zum Seidenbau.	—	20
38.	Pilzecker, die Hutmacherkunst in allen ihren Verrichtungen.	—	22½
39.	Bergmann, die Stärke- und Puder-Fabrikation, 4. Aufl.	1	—
40.	Peclet, Gebäude-, Zimmer- u. Straßen-Erleuchtung, 3. Aufl.	1	15
41.	Leischner, Anleitung zur Linirkunst, 3. Aufl.	—	22½
42.	Handbuch der Friskunst oder das Haar als Schmuck	—	5
43.	Pescheck, das Ganze des Steindrucks, 3. Aufl.	1	10
44.	Baumann, das Ganze des Seidenbaues	1	—
45.	Der Brunnen-, Röhren-, Pumpen- u. Spritzen-Meister, 4. Aufl.	1	10
46.	Stratingh, Bereitung und Anwendung des Chlors	—	15
47. u. 48.	Matthaey, Handbuch f. Zimmerleute, 1. u. 2. Bd. 2. A.	3	15
49.	Matthaey, Handbuch f. Zimmerleute, 3 Bd. mit Atlas, 5. A.	2	—
50.	Grandpré, Handbuch der Schlosserkunst, mit Atlas, 7. Aufl.	1	15
51.	Matthaey, der Ofenbau u. d. Feuerungskunde, mit Atl. 4. A.	1	7½
52.	Stegmann, Handbuch der Bildhauerkunst	—	—
53.	Lebrun, der Klempner u. Lampenfabrikant, mit Atlas, 4. A.	1	15
54.	Thon, Lehrbuch der Kupferstecher- und Holzschneidekunst.	—	15
55.	Thon, Lehrbuch der Linear-Zeichnenkunst, mit Atlas, 3. Aufl.	1	15
56.	Bastenaire, die Kunst weißes Steingut zu machen	2	—
57. u. 58.	Bd. Weinholz, d. Mühlenbaukunst. 2 Bde., m. Atl. 3. Aufl.	4	—
59.	Leischner, Verfertigung aller Arten v. Pappardeiten, 3. A.	1	—
60.	Thon, Anleitung Meerschaumpfeifenköpfe z. verfertigen, 2. A.	—	7½
61.	Matthaey, der vollkommene Dachdecker, mit Atlas, 2. Aufl.	1	15
62.	Leng, Lehrbuch der Gewerbskunde	—	15
63.	Bürk, Handbuch für Juweliere, Gold- und Silberarbeiter	—	20
64.	Ciliax, Handbuch des Sattlers und Riemers, mit Atlas, 6. A.	2	—
65.	Beckmann, Handbuch für Wagenbauer. mit Atlas, 3. Aufl.	2	—
66	Lorenz, Pergament, Darmsaiten, Goldschlägerhäutchen ꝛc.	—	10
67.	Paulsen, die natürlichen und künstlichen feuerfesten Thone	—	18
68.	Grison, Färberei wollener und gemischter Movezeuge	1	—
69.	Lindenhagen, Holz-Werkzeug-Maschinen	—	20
70.	Krüger, die Fabrikation der Goldleisten und Bilderrahmen	—	15
71.	Sieswald, Lehre von der Thermometrie und Barometrie	2	—
72.	Schmidt, Handbuch der Zuckerfabrikation, 4. Aufl.	2	15
73. u. 74.	Lenormand, Handb. d. Papierfabrik. 2 Bde. m. Atl. 2. Aufl.	5	—
75.	Schumann, durchsichtiges Porzellan anzufertigen	—	15
76.	Nordenburg, d. Ventilatoren i. Anwendung a. praktische Zwecke.	1	—
77.	Schmied, die Korb- u. Strohflechtekunst u. die Siebmacherei.	1	—
78.	Treutler, die Construktion der Sonnenuhren, 3. Aufl.	—	15
79.	Leng, Handbuch der Glasfabrikation, 3. Aufl.	2	20
80. u. 81.	Hartmann, Metallurgie, 2 Bde., mit Atlas, 3. Aufl.	3	10
82.	Sidon, das Schleifen, Poliren und Putzen, 3. Aufl.	—	15
83.	Greener, die englische Gewehrfabrikat. u. Büchsenmacherkunst.	1	10
84.	Leng, vollständiges Handbuch der Handschuhfabrikation	—	15
85.	Landrin, die Kunst des Messerschmiedes	—	25
86.	Rößling, Beinschwarz-, Phosphor- ꝛc. Fabrikation	2	—
87.	Thon, die Staffirmalerei und Vergoldungskunst, 2. Aufl.	1	7½
88.	Bastenaire, Kunst, Töpferwaare z. fertigen, mit Atlas, 3. A.	1	22½
89.	Thon, Abhandlung über Klavier-Saiten-Instrumente, 3. Aufl.	—	22½
90.	Barfuß, Geschichte der Uhrmacherkunst, 3. Aufl.	1	5
91.	Wölfer, das gesammte Seilerhandwerk, 3. Aufl.	—	25
92.	Die Luftfeuerwerkerei für Feuerwerker, Dilettanten, 8. Aufl.	—	20
93.	Ure, Handb. d. Baumwollen-Manufakturwesens, m. Atl., 3. Aufl.	1	15
94.	Weber, die Kunst des Bildformers und Gypsgießers	—	10
95.	Thon, Anleitung zur Branntweinbrennerei, 2. Aufl.	—	20
96.	Schmidt, Grundsätze der Bierbrauerei, mit Atlas, 3. Aufl.	1	22½
97.	Hartmann, die Probirkunst, 3. Aufl.	1	7½
98.	Janvier, der Bau der Dampfschiffe, 2. Aufl.	—	10
99.	Bergmann, der praktische Mühlenbauer, mit Atlas, 3. Aufl.	3	—
100.	Barth, Einrichtung und Betrieb der Oelmühlen	—	22½
101.	Höhne und Rößling, das Kupferschmiedehandwerk	1	22½
102.	Barfuß, die Kunst des Böttchers oder Küfers, 4. Aufl.	1	7½

		Rt.	Sr.
103.	Bd. **Bède**, die Brennmaterialersparung bei d. Dampferzeugung.	—	24
104.	**Schmidt**, der vollständige Feuerzeugs-Praktikant, 3. Aufl.	—	20
105.	**Reimann**, der Posamentirer, Bandfabrikant u. Bordenwirker.	1	15
106.	**Sennewald**, Musterbuch der Linnenweberei, mit Atlas, 2. A.	3	7½
107.	**Thon**, die Holzbeizkunst oder Holzfärberei, 4. Aufl.	1	—
108.	**Wallack**, Handbuch des Gürtlers und Broncearbeiters	—	15
109.	**Zerenner**, der Gür- und Huffchmied, 3. Aufl.	—	22½
110.	**Schmidt**, Handbuch der gesammten Lohgerberei, 3. Aufl.	2	—
111.	**Schmidt**, das Ganze der Lederfärbekunst. 3. Aufl.	1	—
112.	**Hartmann**, Kupfer, Zink, Messing und Tombak	1	10
113.	Handbuch der Pulverfabrikation, 2. Aufl.	1	5
114.	**Könneritz**, das kunstgemäße Schleifen der Edelsteine	—	10
115.	**Kühn**, der Kammmacher, Horn- und Beinarbeiter	—	15
116.	Handbuch des Seidenmanufakturwesens, 2. Aufl.	2	20
117.	**Schmidt**, vollständiges Farbenlaboratorium, 3. Aufl.	2	—
118.	**Schmidt**, Glas-, Porzellan- u. Emailfarben-Fabrikation, 3. A.	—	22½
119.	**Hoppe**, der Bürsten- und Pinselfabrikant, 2. Aufl.	1	3
120.	**Scherf**, Anstellung und Führung der Waidindigküpe, 2. Aufl.	—	10
121.	**Diete**, vollständige Lehre der Mannsschneiderei, m. Atl., 2. Aufl.	—	15
122.	**Hartmann u. Schmidt**, Wollmanufakturwesen, m. Atl., 2. Aufl.	1	—
123.	**Walker**, Galvanoplastik für Künstler und Techniker, 3. Aufl.	—	22½
124.	**Hartmann**, die Anlage artesischer Brunnen, 3. Aufl.	1	7½
125.	**Schmidt**, Unterricht in der Illuminirkunst, 2. Aufl.	1	7½
126.	**Schmied**, Fabrikation der Regen- und Sonnenschirme, 2. A.	—	7½
127.	**Flachat**, Handbuch für Locomotiv-Constructeure u. Locomotiv-Führer, mit Atlas, 3. Aufl.	2	7½
128.	**Choimet**, der Maschinen-, Flachs- und Hanfspinner, 2. Aufl.	2	7½
129.	**Alfing**, der Schlangen-Feuerlöschspritzen-Fabrikant, 2. Aufl.	1	22½
130.	**Schmidt**, die Kürschnerkunst, 3. Aufl.	—	25
131.	**Schmidt**, Beiträge zur Kenntniß der Büchsenmacherkunst	1	7½
132.	**Scherf**, der Kleinigkeitsfärber, 3. Aufl.	1	7½
133.	**Schmidt**, Kunst des Vergoldens 2c. der Metalle, 3. Aufl.	—	22½
134.	**Hertel**, Academie der zeichnenden Künste, mit Atlas, 2. Aufl.	2	22½
135.	**Schmidt**, Handbuch der Baumwollenweberei, 2. Aufl.	—	15
136.	**Thon**, die Kittkunst, 2. Aufl.	—	15
137.	**Thon**, die Löthkunst, 2. Aufl.	—	15
138.	**Henze**, Handbuch der Schriftgießerei	—	15
139.	**Geeft**, Handbuch der Kattunfabrikation, 2. Aufl.	—	7½
140.	**Fechner**, die Constructionen der Pauken und Trommeln	—	12
141.	**Geeft**, Handbuch d. Bleichens u. d. Baumwollfärberei, 2. A.	—	25
142.	**Peclet**, Grundsätze der Feuerungskunde, mit Atlas, 3. Aufl.	3	10
143. u. 44.	**Leblanc**, der Maschinenbauer 2 Bde. mit Atlas, 3. Aufl.	3	10
145.	**Jeep**, die calorische Maschine	1	5
146.	**Brongniart**, die Porzellanmalerei, 2. Aufl.	1	7½
147.	**Unger**, die Braunkohle als Feuerungsmaterial	1	7½
148.	**Hertel**, die moderne Bautischlerei, mit Atlas, 5. Aufl.	2	—
149.	**Weintz**, das Fleischer- und Wurstlergeschäft, 3. Aufl.	—	25
150.	**Fournel**, die zweckmäßigsten Zimmeröfen und Kamine, 2 A.	—	17½
151.	**Schmidt**, die Benutzung des Papiermaché	—	12½
152.	**Ritchie**, Handbuch des neuesten Eisenbahnwesens, 2. Aufl.	—	15
153.	**Schmidt**, das deutsche Bäckerhandwerk, 2. Aufl.	1	10
154.	**Huguenet**, über den Asphalt, 2. Aufl.	—	12½
155.	**Ludowig**, die Bleiweiß- und Bleizucker-Fabrikation, 2. Aufl.	—	7½
156.	**Jeep**, die Festigkeit der Materialien; für Ingenieure	1	25
157.	**Jeep**, Steinkohlen-Backöfen und Teigknetmaschinen	—	18
158. u. 59.	**Grouvelle**, Dampfmaschinenkunde. 2 Theile, 3. Aufl.	4	—
160.	**Hartmann**, der Führer beim Schürfen, 3. Aufl.	1	5
161.	**Hartmann**, der Hohofen- und Hammermeister, 2. Aufl.	1	—
162. u. 63.	**Persoz**, Handbuch des Zeugdrucks. 2 Theile, 2. Aufl.	1	10
164.	**Ludowig**, die Bierbrauerei aus Kartoffeln, 2. Aufl.	—	10
165.	**Theiner**, Combinations- und Sicherheitsschlösser, mit Atlas.	—	22½
166.	**Steinmann**, die Luftschiffahrtskunde	—	10
167.	**Hartmann**, d. Brenn- o. Feuerungsmaterialien, m. Atl., 3. A.	2	15

		Mk.	Pf.
168.	Bd. König, Grundriß der Schlosserkunst, mit Atlas, 3. Aufl.	1	75
169.	Harzer, der Huf- und Grobschmied, 2. Aufl.	2	75
170.	Harzer, d. Siegellackfabrikation nach d. besten Vorschriften 2. A.	—	10
171.	Schreiber, Handbuch der Uhrmacherkunst, mit Atlas, 3. Aufl.	2	15
172.	Hay, die Gesetze der Farbenharmonie, 2. Aufl.	—	15
173.	Schmidt, die Formschneidekunst, 2. Aufl.	—	5
174.	Brandely, die Elektrochemie	—	225
175.	Harzer, Magnet-Electricität als motorische Kraft, 2. Aufl.	—	75
176.	Schreibmaterialist, der vollständige, 3. Aufl.	—	10
177.	Schreiber, die vollständige Glasblasekunst, 2. Aufl.	1	—
178.	Holtzapfel, Handbuch d. Werkzeugslehre Bd. I. mit Atlas, 2. A.	—	225
179.	Holtzapfel, Handbuch d. Werkzeugslehre II. Bd. mit Atlas, 2. A.	1	75
180.	Quekett, praktisches Handbuch der Mikroskopie, 2. Aufl.	1	—
181.	Hartmann, die engl.-amerik. Mahlmühl., mit Atlas, 2. A.	2	20
182.	Hartmann, neueste Fortschritte der Gasbeleuchtung, 3. Aufl.	1	—
183.	Schreiber, der Tabacks- und Cigarrenfabrikant, 2. Aufl.	1	—
184.	Hertel, Lehre von der Perspektive, mit Atlas, 2. Aufl.	1	15
185.	Herzberg, Handbuch der chemischen Fabrikenkunde, 2. Aufl.	1	—
186.	Hartmann, Handbuch der Metalldreherei, mit Atlas, 2. A.	2	15
187.	Wangenheim, der Bessemerproceß	—	31
188.	Harzer, Drahtzieher, Nadler, Drahtarbeiter, mit Atlas	—	15
189.	Lirante, d. Straßen-, Canal- u. Brückenbau, mit Atlas, 2. A.	2	15
190.	Newth, die Statik, Dynamik und Hydrostatik, 2. Aufl.	—	25
191.	Perini, der Schweizerzuckerbacker, 2. Aufl.	1	10
192.	Flachat, Handbuch für Locomotivführer, Suppl. mit Atlas	1	25
193.	Smith, die Färberei der Coburgs und Orleans, 2. Aufl.	—	75
194.	Schmidt, die Kellereiwirthschaft, 2. Aufl.	—	25
195.	Schmidt, die Kerzenfabrikation, 3. Aufl.	1	15
196.	Hartmann, Handbuch der Blechfabrikation	—	225
197.	Schmidt, Handbuch der Photographie 1. Bd. 2. Aufl.	1	10
198.	Schmidt, die Farbwaarenkunde für Färber, 2. Aufl.	—	75
199.	Schmidt, die Wachs-Industrie und Wachstuchfabrik. 2. Aufl.	1	—
200.	Holtzapfel, das Schleifen und Poliren der Werkzeuge, 2. Aufl.	—	225
201.	Harzer, die Gutta-Percha- und Kautschukfabrikation	—	225
202.	Kirsch, der Portefeuillefabrikant und Galanteriearbeiter	1	75
203.	Deon, die Erhaltung und Restauration der Gemälde	—	10
204.	D. Gehülfe f. Haus- u. Stubenmaler u. Firmaschreiber, 2. A.	—	20
205.	Planche, die Papierfabrikation	1	15
206.	Hartmann, Handbuch der Steinarbeiten, 2. Aufl.	1	15
207.	Watin, der Staffirmaler, Vergolder und Lackirer, 2. Aufl.	1	20
208.	— III. Bd. Töpfer, Lehrb. d. Orgelbaukunst, 4 Theile, m. Atlas	12	—
212.	Peclet, neueste Erfindungen von Feuerungsanlagen, 2. Aufl.	1	—
213.	Schmidt, die neueste Saffianfabrikation	—	20
214.	Harzer, die Glockengießerei mit ihren Nebenarbeiten	—	25
215.	Schmidt, der Branntweinbrennereibetrieb, 2 Aufl.	1	5
216.	Harzer, Handbuch der Münzkunst	—	15
217.	Schmidt, Handbuch der Weißgerberei	—	20
218.	Schmidt, Handbuch der Photographie II. Bd., 2. Aufl.	1	15
219.	Schreiber, die Fabrikation der künstlichen Blumen	1	—
220.	Franke, Handbuch der Buchdruckerkunst, 3. Aufl.	1	5
221.	Payen, die Runkelrüben-Branntweinbrennerei	—	25
222.	Anquetil, die Revolvers oder Drehpistolen, 2. Aufl.	—	225
223.	Lohmann, der Wassermahlmühlenbau, mit Atlas.	1	20
224.	Burn, die Kenntniß der Dampfmaschinen	1	—
225.	Diedtmann, der Rothpapp- und Dampffarbendruck	—	20
226.	Combes, rauchverzehr. u. brennstoffsparende Feuerungen, 2. A.	—	20
227.	Schmidt, d. Fabrikant von Kautschuk und Guttapercha-Waaren	—	25
228.	Lardner, Lehre von den electrischen Telegraphen, 2. Aufl	—	225
229.	Say-Lussac, die Anlegung der Blitzableiter	—	5
230.	Schmidt, die neuesten Beleuchtungsstoffe, 2. Aufl.	—	25
231.	Hartmann, die Waagen und ihre Construktion	—	15
32.	Schmidt, die Saftgewinnung aus Runkelrüben, 2. Aufl.	—	15
233.	Dumas, der Brunneningenieur	1	5

		Mk.	Pf.
234.	Bd. Knoderer, wichtige Erfindung in der Lohgerberei	—	12½
235.	" Herkel, die gesammte Oelmalerei	1	10
236.	" Anceslin, der Flachs-, Hanf- und Wergspinner	1	—
237.	" Hartmann, Aufbereitung u. Verkokung v. Steinkohlen, 2. A.	1	—
238.	" Vermond, d. Tabak als Culturpflanze u. seine Verwendung.	—	15
239.	" Seidler, Berechnung und Construktion der Fässer	—	15
240.	" Benoit-Duportail, die Schrauben-Bolzen, 2. Aufl.	—	20
241.	" Hartmann, der Puddel- und Walzmeister, 2. Aufl.	1	15
242.	" Schreiber, d. Verschönerungsk. v. Glas- u. Metalloberflächen	—	17½
243.	" Claudel u. Laroque, das Maurerhandwerk I. Band.	1	15
244.	" Dasselbe Werk II. Band.	1	5
245.	" Lichtenberg, die Seifenfabrikation	1	—
246.	" Ramberg, die Darstellung der feinen Toilettseifen	—	15
247.	" Crookes, das Retouchiren u. Coloriren der Photographien	—	12½
248.	" Schmidt, compendiöses Handbuch der Färberei	1	—
249.	" Hartmann, praktisches Handbuch der Stahlfabrikation	1	22½
250.	" Lindes, chemische Farbenlehre für Maler und Techniker	—	12½
251.	" Falk, d. besten Waschmangen, Rollmangen u. Kalandern, m. Atl.	1	—
252.	" Leblanc, der Maschinenbauer III. Band, mit Atlas	1	15
253.	" Campin, das Drechseln in Holz, Elfenbein rc.	1	15
254.	" Wangenheim, Fabrikation künstlicher Brennmaterialien	1	—
255.	" Isensee, die gesammte Knopffabrikation	1	—
256. — 258.	Bd. Voigt, die Weberei in ihrem ganzen Umfange, 3 Bände mit 2 Atlassen	5	—
259. u. 260.	Bd. Hartmann, Handbuch der Metallgießerei. 2 Theile mit 2 Atlassen. 4. Auflage.	4	15
261.	" Köstlin, Metallwaarenindustrie	1	—
262.	" Meyer, die Grundlehren der Uhrmacherkunst	—	—
263.	" Neumann, Bau und Berechnung der Windmühlen	—	—

Fig. 7.



UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 04980 0165